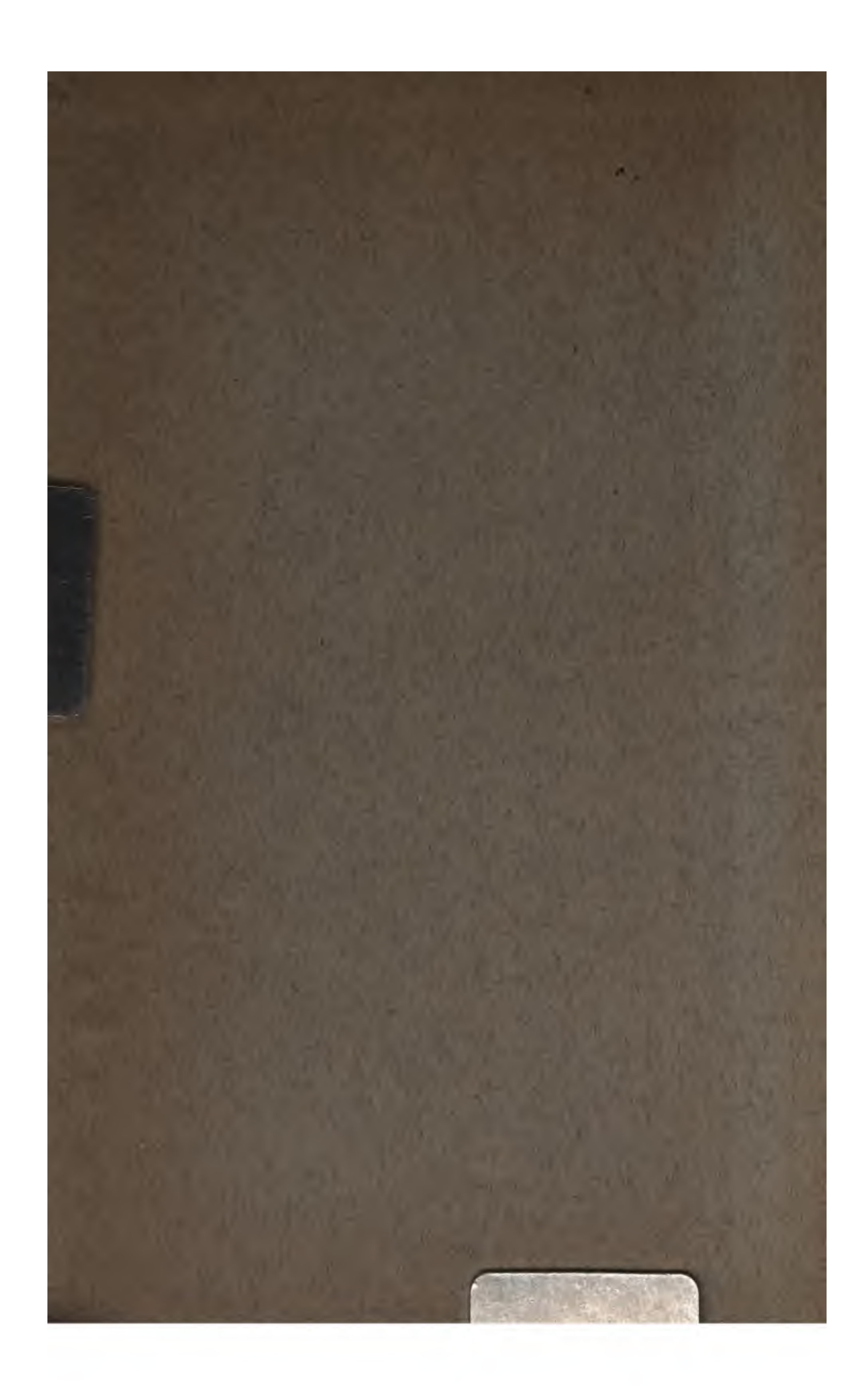

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06637748 6





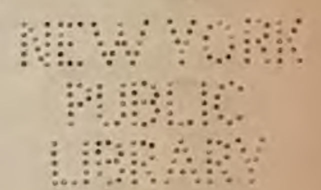


Erster Bericht

über die

zur Dampfschiffahrt geeigneten Steinkohlen

Englands.



Von

Sir Henry de la Beche und **Dr. Lyon Plaifair.**

Auf Veranlassung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, aus den „*Memoirs of the geological survey of Great Britain.*" Vol. II. Part. II. übersetzt und von ihr herausgegeben.



Wien, 1849.

Aus der kaiserlich-königlichen Hof- und Staats-Druckerei.

Die mathematisch-physikalische Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften hat in ihrer Sitzung vom 1. Februar 1849 auf meinen Antrag einstimmig beschlossen, eine umfassende Untersuchung der mannigfaltigen Stein- und Braun-Kohlen-Lager der österreichischen Monarchie zu veranlassen, deren Resultate von der Art sein sollen, dass sie eine unmittelbare Anwendung im practischen Leben gestatten. Sie glaubt ihren Zweck auf keine Weise sicherer zu erreichen, als wenn sie dabei den Weg verfolgt, der in Amerika und in England eingeschlagen wurde. Dabei hofft sie, darauf rechnen zu können, dass ihr, so wie diess in England der Fall war, von allen Besitzern von Steinkohlengruben mit Bereitwilligkeit sowohl die Proben als die auf dieselbe bezüglichen Notizen zukommen werden. Um aber sowohl diesen Herren, als überhaupt dem grösseren Publicum genauer die Ausdehnung und Richtung, welche diese Untersuchungen nehmen sollen, anzudeuten, so schien es am geeignetsten den ersten Bericht der Herren *De la Beche* und *Plaifair* in deutscher Uebersetzung dem Ersuchsschreiben an die Herren Gewerker beizulegen. Herr Franz Ritter von Hauer hat die Uebersetzung der 1. und 3., Herr Dr. Moser, Adjunct am chemischen Laboratorium des polytechnischen Institutes, die der 2. Abtheilung übernommen. Um die Resultate der englischen Versuche mit den aus der angebahnten Untersuchung der österr. Kohlen hervorgehenden Daten leichter vergleichen zu können, und sie überhaupt zugänglicher zu machen, wurden alle englischen Maasse und Gewichte in österreichische umgewandelt.

Herr Pohl, Assistent am chemischen Laboratorium des k. k. polytechnischen Institutes in Verbindung mit Herrn Kosch, Magister der Pharmacie, der seit längerer Zeit daselbst arbeitet, haben die mühsame Arbeit dieser Umwandlung mit grosser Bereitwilligkeit ausgeführt. Die kaiserliche Akademie hat mir zu diesen Untersuchungen den letztgenannten dieser Herren beigegeben, da die grosse Ausdehnung derselben es nothwendig macht, dass sich wenigstens Ein Individuum ausschliesslich und continuirlich mit diesem Gegenstande befasst. Um aber nichts zu unterlassen was dieser Arbeit jene Vollendung geben kann, welche dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft und den Anforderungen der Industrie entspricht, wird es eine meiner Hauptaufgaben sein, auf der wissenschaftlichen Reise nach England, die zu unternehmen ich im Begriffe stehe, an Ort und Stelle die genauesten Erkundigungen über die dort angestellten grossen Arbeiten einzuziehen und mich mit jenen Männern in Verbindung zu setzen, welche mit derselben beschäftigt sind. Möge diese gemeinnützige Unternehmung jenen Fortgang und jene Unterstützung finden, welche sie wegen ihres gleichgrossen Einflusses auf die Wissenschaft wie auf die Industrie verdient, und mögen meine und die mit mir verbundenen Kräfte ausreichen, die uns gestellte Aufgabe entsprechend zu lösen!

Wien den 26. Mai 1849.

A. Schrötter.

An den Herrn Viscount Morpeth,

Obercommissär der Forste.[1])

Museum für practische Geologie.
5. Jänner 1848.

Mein Lord!

Wir geben uns die Ehre, einen ersten Bericht über Versuche, betreffend die Brauchbarkeit verschiedener Sorten von brittischen Steinkohlen für unsere Schiffahrt einzusenden, deren Leitung zu übernehmen, wir mit Zustimmung des Grafen von Lincoln,

---

[1]) Nachdem der folgende Brief an die Lords der Admiralität geschrieben und die ämtlichen Verhandlungen gepflogen waren, wurde die Arbeit von dem Museum für practische Geologie unternommen.

Bryanstone Square 10. Juni 1845.

Meine Lords!

Als Herrn Grant für die Ueberlassung seines Patentes für einen künstlichen Brennstoff eine Belohnung votirt wurde, war ich sehr geneigt mich dem Votum entgegenzusetzen, denn ich wünschte, die Admiralität möge eine Untersuchung der verschiedenen Brennstoffarten, die bei unseren Dampfmaschinen in Gebrauch kommen können, anordnen, in der Absicht zu ermitteln, welche Brennstoffe die grösste Verdampfungskraft besitzen, dabei den geringsten Raum einnehmen, und das geringste Gewicht zeigen. Ich habe erfahren, dass bisher keine derartige Untersuchung von irgend einer Abtheilung der Regierung unternommen wurde, und erlaube mir daher Ihnen, meine Lords, den Gegenstand anzuempfehlen, da er Ihre unmittelbare und ernste Aufmerksamkeit verdient.

Ihres Vorgängers, von den Herrn Commissären der Admiralität ersucht wurden. Ihrer Instruction zu Folge, überreichten wir eine Abschrift dieses Berichtes der Admiralität, da die Kosten der Untersuchungen von dieser Behörde getragen wurden.

Die Wirksamkeit der Dampfboote muss von der Beschaffenheit der Kohlen und des Brennstoffes, welche beim Schiffsdienst verwendet werden, abhängen, und ohne der genauen Kenntniss der Kraft der verwendeten Kohlen kann möglicherweise, das Land die höchsten Preise für einen schlechten Artikel zahlen. Abhängig von der Güte des Brennstoffes, kann der öffentliche Dienst in Augenblicken, wo die grössten Interessen des Landes auf dem Spiele stehen, eine nachtheilige Störung erleiden.

Auf was immer für eine Weise die Seedampfboote ihren Bedarf an Brennstoff erhalten, so ist doch die Wichtigkeit der Untersuchung, welche ich mir Ihnen, meine Lords, zu empfehlen erlaube, offenbar, und ich hoffe daher, der Gegenstand wird Ihre Aufmerksamkeit auf sich ziehen.

Herr Upham in den Vereinigten Staaten fühlte tief die Wichtigkeit einer Untersuchung der Beschaffenheit und Eigenthümlichkeiten der verschiedenen dortigen Kohlen, in Bezug auf ihre Anwendung für die Dampfschiffahrt; er ordnete daher eine Reihe von Versuchen mit den verschiedenen Arten der Kohlen in den Vereinigten Staaten an, um ihre Verdampfungskraft zu ermitteln.

Erst heute habe ich einen Bericht über diese Untersuchung aus den Vereinigten Staaten erhalten, und ich fühle eine lebhafte Genugthuung Ihnen, meine Lords, einen Abdruck desselben zu übersenden, aus welchem Sie die Ergebnisse derselben entnehmen können. Durch directe und practische Versuche haben dieselhen die comperative Brauchbarkeit der amerikanischen und englischen Kohlen sowohl, als auch den relativen Werth der zahlreichen Varietäten der ersten derselben ermittelt, und ich wünschte meine Lords, dass eine ähnliche Untersuchung über die relative Brauchbarkeit der verschiedenen Arten von englischen, schottischen und irischen Kohlen unternommen werde, um zu ermitteln, welche derselben sich am Besten für den Gebrauch auf unseren Dampfbooten eignen.

Es sei mir erlaubt, Sie, meine Lords, aufmerksam zu machen, dass sich in Craig's-court eine öffentliche Anstalt befinde, die ganz geeignet ist ohne Verzug die erforderlichen directen und positiven Versuche zu beginnen. Man könnte dieser Anstalt einen ausgezeichneten Chemiker beigeben, um bei diesen für die Nation so wichtigen Gegenstand Hilfe zu leisten. Ich habe u. s. w. (gezeichnet)

Joseph Hume.

Indessen müssen wir bemerken, dass Versuche, mittelst welcher man den wahren practischen Nutzen der Steinkohlen bestimmen will, eine lange Reihe von Beobachtungen erfordern, welche auf bestimmte zu ermittelnde Gegenstände gerichtet sein müssen. Da die Eigenschaften um derentwillen einige Gattungen des Brennstoffes den Vorzug vor andern verdienen, so mannigfaltig sind, so ist es unmöglich aus einzelnen Beobachtungen, allgemeine Resultate abzuleiten. So kann bloss bei der gewöhnlichen Verwendung der Kohlen, in ihrer Verdampfungskraft oder dem Vermögen Dampf zu bilden, eine Kohlenart, welche durch die Eigenschaft in sehr kurzer Zeit Dampf zu bilden die vortrefflichsten Dienste leistet, von einer andern Varietät, welche diese Eigenschaft in geringerem Grade besitzt, dadurch weit übertroffen werden, dass diese fähig ist, eine viel grössere Wassermasse in Dampf zu verwandeln und daher geeigneter eine grössere Summe von Kraft hervorzubringen.

Eine Kohle, welche diese beiden Eigenschaften in hohem Grade vereinigt, könnte dennoch zur Schiffahrt untauglich sein, wegen ihrer mechanischen Structur. Wenn ihre Cohäsionskraft gering ist, so wird sie durch den Transport oder durch die bei der Bewegung des Schiffes hervorgebrachte Reibung eines Stückes an dem andern pulverisirt werden, und dadurch bedeutend an Brauchbarkeit verlieren.

Nehmen wir an, es wären alle drei Eigenschaften vereinigt, Schnelligkeit und Dauer der Wirkung nebst starker Cohäsionskraft, so müssen doch noch viele andere Eigenthümlichkeiten bei der Wahl des Brennstoffes berücksichtigt werden, ohne deren Vereinigung er für unsere Dampfschiffahrt untauglich wäre.

Wesentlich unterscheiden sich die verschiedenen Kohlenarten, durch den Raum, den ein bestimmter Gewichtstheil derselben einnimmt. Die Grösse des Raumes, welcher zu ihrer Verpackung erforderlich ist, lässt sich nicht bloss nach ihrem specifischen Gewichte bemessen, da das mechanische Gefüge der Kohle bewirken kann, dass ein Stück von geringerer Dichtigkeit einen kleineren Raum einnimmt, als ein anderes specifisch schwereres. Dieser Unterschied ist durchaus nicht Sache der Einbildung, da er bisweilen 60% und häufig 40% beträgt.

Eine bloss theoretische Bestimmung der Dichtigkeit der Kohle würde daher Resultate geben, welche für die Praxis nutzlos wären. Der Raum, welchen zwei verschiedene Kohlenarten oft von gleich starkem Verdampfungsvermögen annehmen, variirt zuweilen um 20%, so dass man an einem Orte, wo 80 Tonnen der einen Kohle verpackt wurden, 100 Tonnen einer andern Art von gleicher Güte hinsichtlich ihres Verdampfungsvermögens unterbringen kann, wenn man bei der Wahl derselben, ihre mechanische Structur berücksichtigt.

Dieser Thatsachen wurde nur erwähnt sowohl um zu zeigen, dass man nicht zu übereilt, allgemeine Schlüsse ziehen dürfe, als auch zur Rechtfertigung unseres Bemühens die Aufmerksamkeit auf diese verschiedenen Puncte zu lenken, um die Wahl eines Brennstoffes bloss um einer einzigen Eigenschaft willen zu verhindern. Bei dem jetzigen Stande der Untersuchungen halten wir es nicht für zweckmässig irgend eine Kohlenart besonders anzuempfehlen, sondern lassen die Thatsachen für sich selbst sprechen.

Nachdem vorläufige Versuche gezeigt hatten, dass bloss im Laboratorium gemachte Untersuchungen keine genügenden Resultate für die practische Anwendung lieferten, so wurde beschlossen, jede Kohlenart in grösserem Maasstabe zu prüfen, um die theoretischen Resultate zu berichtigen. Da es uns unmöglich war unsere ganze Zeit dieser Untersuchung zu widmen, indem uns noch andere ämtliche Pflichten in Anspruch nahmen, so bestellten wir Assistenten um die einzelnen Theile der Arbeit unter unserer Aufsicht zu übernehmen. Zur Wahl dieser Assistenten haben wir alle Ursache uns Glück zu wünschen, da sie sich ihres Auftrages mit grosser Sorgfalt und Geschicklichkeit entledigten. Die Leitung des ökonomischen Theiles der Experimente wurde zuerst dem Herrn Wilson, welcher später zum Vorsteher der königlichen Lehranstalt für den Ackerbau zu Cirencester ernannt wurde, übertragen, da seine practischen Kenntnisse ihn zu diesem Amte besonders geeignet machten. Ihm und Herrn Phillips verdankt man die Errichtung der Dampfkessel und die Versuche zur Ermittelung des practischen Verdampfungsvermögens der Kohlen. Nachdem Herr Wilson seine Versuche durch einige Zeit fortgesetzt hatte,

wurde ihm Herr Kingsbury beigegeben, welcher seine Dienste freiwillig diesem Fache widmete. Letzterer hatte früher am Collegium für Civil-Ingenieure zu Putney mit Auszeichnung studirt und leistete bei dieser Untersuchung durch seine Kenntnisse als Ingenieur die erspriesslichsten Dienste.

Als Herr Wilson nach Cirencester versetzt wurde, übernahm Herr J. Arthur Phillips, ein Schüler der *École des Mines* zu Paris, die practische Leitung der Versuche. Die gemachten Erfahrungen weisen auf viele Verbesserungen hin, welche Herr Phillips mit grosser Umsicht und dem besten Erfolge in den angewandten Processen einführte.

Die Verbesserungen und die Resultate seiner Versuche finden sich in seinem beiliegenden Berichte. Die vortreffliche wissenschaftliche Erziehung des Herrn Phillips und seine practische Uebung machten seine Dienste sehr schätzenswerth. Die Analyse der Kohlen wurde dem Herrn Wrightson (einem Schüler Liebig's) übertragen, der sich durch specielle Studien zu einem Unternehmen vorbereitet hatte, welches eine so grosse Genauigkeit des Verfahrens erfordert. Herr Galloway, Assistent am Museum für practische Geologie, leistete gelegentlich Dienste durch Analysiren von Gasen und Aschen aus den Oefen, war aber nicht für beständig zu diesem Zwecke verwendet. Herr How, ein sehr sorgfältiger Experimentator, Assistent am Laboratorium des Collegs für Civil-Ingenieure, wurde, nachdem die Herren Wrigthson und Galloway sich zurückgezogen hatten, bei der Ausführung der Analysen angestellt.

Billig ist es mit Anerkennung der Dienste des intelligenten Werkführers, William Hutchinson, zu gedenken, der durch seinen Eifer bald befähigt war wichtigere Dienste zu leisten, als man seiner Stellung nach von ihm erwartet hatte.

Die von den Assistenten erhaltenen Ergebnisse, mit dem Berichte über die von ihnen angewendeten Methoden finden sich in den Anhängen, so dass jeder die Methoden beurtheilen und seine besondere Aufmerksamkeit irgend einem Specialzweige der Untersuchung zuwenden könne.

In dem ersten Theil des Anhanges ist eine genaue Beschreibung der Vorgänge bei dem practischen Theil der Ver-

suche gegeben, eben so sind Ansichten und Durchschnitte des Kessels, Ofens und der angewendeten Apparate beigefügt.

Die zweite Abtheilung enthält Details über die Beobachtungen und Experimente, die angestellt wurden, um die Verdampfungskraft der verschiedenen Arten der Kohlen zu ermitteln, und erklärt die Formeln, welche man anwendete, um die Versuche zu berechnen, sie zu corrigiren, und auf ein vergleichbares Maass zurückzuführen.

Die dritte Abtheilung enthält die chemischen Versuche, mit Inbegriff der Elementar-Analysen und der Bestimmung der näheren Bestandtheile, so wie die Versuche über ihre Heizkraft.

Es wäre überflüssig hier die Methoden zu wiederholen, nach welchen die Versuche angestellt wurden, da diese in der ersten Abtheilung des Anhanges detaillirt angegeben sind, so dass es hinreichen wird, die Aufmerksamkeit auf jene Puncte zu lenken, die beim Berechnen der Resultate berücksichtigt wurden. Es ist klar, dass verschiedene Umstände in Betrachtung gezogen werden müssen, bevor die wirkliche Verdampfungskraft eines Brennstoffes erhalten werden kann. So hat das Wasser in den Behältern, während des Tages eine wechselnde Temperatur, welche von athmosphärischen Aenderungen abhängt, und immer von jener in dem Kessel verschieden ist. Die Temperatur des Wassers in dem Kessel ändert sich ebenfalls mit der äusseren Temperatur und mit den Umständen, unter welchen die Versuche angestellt werden. Die Gestalt eines Cornwall'schen Kessels begünstigt eine Ungleichheit der Temperatur des Wassers in seinen verschiedenen Theilen, da das kältere und dichtere Wasser zu Boden sinkt, und ein Bestreben hat daselbst zu verbleiben, so dass die Temperatur des Wassers an der Oberfläche durchaus nicht das Mittel der Temperatur des Wassers in dem ganzen Kessel darstellt. Die Temperatur-Differenz an der Oberfläche und am Boden beträgt im Mittel 39° C. Natürlicherweise üben andere Umstände einen Einfluss auf das Verdampfungsvermögen der Kohle aus, so z. B. der Umstand, dass nicht alles, der Wirkung des Feuers ausgesetzte Wasser im Kessel, in Dampf verwandelt wird, ferner dass man Holz anwendet, um das Feuer anzumachen.

Ein anderer Umstand von Wichtigkeit ist die Ausdehnung oder Zusammenziehung des Kessels durch eine Vermehrung oder Verminderung der Temperatur. In der ersten Zeit der Versuche, als diese noch von den Herren Wilson und Kingsbury geleitet wurden, hielt man es für überflüssig desshalb eine Correction vorzunehmen, als man aber durch Versuche erkannte, dass der Unterschied des Kesselinhaltes zwischen den Temperaturen von 65°.55 und 100° C bis zu 56.394 Wiener Pf. Wasser beträgt, so wurde es wünschenswerth, eine Correction dafür vorzunehmen, selbst wenn der Unterschied zwischen der Anfangs- und Endtemperatur nicht mehr als 5°.55 betrug. Andere Umstände von geringerer Wichtigkeit, die auf die Resultate einigen Einfluss ausübten, wurden vernachlässigt, da das Einführen derartiger Correctionen nur eine Verwicklung der Resultate herbeigeführt hätte, und bei der so weiten Fehlergränze solch annähernder Versuche von geringem practischen Werthe geblieben wären. Unter diesen Fehlerquellen mag erwähnt werden, die Quantität der Gase, welche während der Verbrennung sich entwickeln, die Aenderung der Temperatur der Luft, die zum Feuerraum gelangt, die barometrischen und hygrometrischen Verhältnisse der Atmosphäre, die Wärmestrahlung des Kessels (sie beträgt der Ziegelhülle wegen sehr wenig) der hygrometrische Zustand des Brennstoffes, endlich die Hitze, welche nöthig ist, um den mechanischen Zug in der Esse hervorzubringen. Für die meisten dieser Fälle wurden die nöthigen Beobachtungen gemacht, um die Correction vorzunehmen, wenn diess späterhin wünschenswerth erscheinen sollte.

Bei Berechnung des Verdampfungsvermögens des Brennstoffes wurde die verbrauchte Menge desselben in 2 Theile getheilt, den ersten, der nöthig ist, um die ganze Quantität des Wassers, welches der Wirkung des Feuers ausgesetzt wird, von der mittleren Temperatur auf 100° C zu bringen, und den zweiten, der erfordert wird, um das aus den Behältern zugeleitete Wasser von 100° C zu verdampfen. Um diess thun zu können, wurde die Mitteltemperatur der ganzen Wassermasse bestimmt, das ist die Temperatur, welche das Wasser im Kessel mit seiner anfänglichen Temperatur nach der Mischung

mit dem Wasser in den Behältern bei dessen mittlerer Temperatur annehmen müsste. Diese letztere Mitteltemperatur wurde bestimmt aus verschiedenen, während des Tages angestellten Beobachtungen, sie sei bezeichnet durch t.

Ist w das Gewicht des Wassers, welches aus den Behältern zugeleitet wird, dessen Temperatur t', ferner W das Gewicht des Wassers im Kessel, t'' die Temperatur desselben, die durch Beobachtung an der Oberfläche, und Anwendung der durch Experimente ermittelten Correction gefunden wurde; endlich t die Temperatur des Wassers nach der Mischung so ist

$$t = \frac{Wt'' + wt'}{W + w}$$

Die Correction für das Holz wurde nach den durch die Versuche der Herren Wilson und Kingsbury ermittelten Daten vorgenommen. Sie kann übrigens nur für das eben untersuchte Holz gelten, da bei den folgenden Versuchen die Verdampfungskraft einer anderen Holzart sehr abweichend gefunden wurde. Der Coëfficient für die Verdampfungskraft des Holzes kann durch einen Versuch bestimmt werden, bei welchem ein bestimmtes Gewicht Wassers von bekannter Temperatur zum Siedpuncte erhitzt, und dann ein gewisser Theil desselben verdampft wird. Die folgenden Formeln wurden von Herrn Kingsbury bei der Berechnung angewendet.

N ist das Totalgewicht des Holzes, welches gebraucht wird, um $W + w$ (d. i. das Gewicht des im Kessel befindlichen und des während des Versuches aus den Behältern abgelassenen Wassers) von der mittleren Temperatur auf 100° zu erwärmen; es ist nothwendig das Gewicht N' zu finden, welches erforderlich ist um w bei 100° zu verdampfen.

Es ist daher $\frac{w}{N'} = e$ das Verdampfungsvermögen. Ist ferner m das Gewicht des Holzes, das erforderlich ist, um $W + w$ von t auf 100° zu erhitzen, N eine Gewichtsmenge Holzes, die erforderlich wäre, um $W + w$ bei einer schon erreichten Temperatur von 100° zu verdampfen, l endlich die latente Wärme des Wasserdampfes, d. i. die Anzahl der Thermometergrade, zu welcher das Wasser erhoben würde, wenn die zur Dampfbildung nöthige Wärme nur zur Erhöhung der Tem-

peratur desselben verwendet würde (sie ist = 1000° F oder 555°.555 C) so ist:

$$m + N' = N$$

und

$$\frac{l}{100 - t} = \frac{n}{m}.$$

Es ist aber

$$\frac{n}{N'} = \frac{W+w}{w} \quad \text{also ist } N' = n. \ \frac{w}{W+w}$$

$$l\,(N - N') = (100 - t)\,n =$$

$$= (100 - t)\,N'\left(\frac{W+w}{w}\right)$$

$$Nl = N'\left[\left(\frac{W+w}{w}\right)(100 - t) + l\right] =$$

$$= \frac{N'}{w}\,[(W+w)(100 - t) + l\,w],$$

aus welcher letzten Gleichung der Werth von

$$e = \frac{w}{N'} = \frac{(100 - t)\,(W+w) + l\,w}{N\,l}$$

hervorgeht, oder indem man den Werth von t aus der ersten Formel einführt

$$e = \frac{(l + 100 - t)\,w + (100 - t'')\,W}{N\,l}$$

Ist q die Quantität des Holzes, welches zum Anzünden des Feuers verwendet wurde, so ist eq das Gewicht des Wassers von 100°, welches durch das Holz verdampft wurde, und muss vom Gesammtgewichte des verdampften Wassers abgezogen werden, wenn man die Wirkung der Kohle berechnet.

Der Coëfficient für das Verdampfungsvermögen der Kohle, oder die Zahl der Pfunde Wasser von 100°, welche 1 Pfund Kohle zu verdampfen vermag, kann auf folgende Weise berechnet werden.

Es sei P das Totalgewicht der verbrauchten Kohle, so besteht die Wirkung von P darin, ein Gewicht Wasser von t auf 100° zu erhitzen, und $w - eq$ von 100° zu verdampfen.

Es sei m das Gewicht der Kohle, die erfordert wird, um $W + w$ von t zu 100° zu erhitzen.

„ p „ „ „ „ die erfordert wird, um $w - eq$ von 100° zu verdampfen.

„ n „ „ „ „ die erfordert wird, um $W + w$ von 100° zu verdampfen.

so ist

$$\frac{w - eq}{p} = E \text{ der Verdampfungskraft.}$$

Nun ist aber $P = m + p$

$$\frac{100 - t}{l} = \frac{m}{n}$$

ferner

$$\frac{p}{n} = \frac{w - eq}{W + w}$$

und demnach

$$l\left(\frac{w - eq}{W + w}\right) = p\frac{100 - t}{P - p}$$

$$\frac{(W + w)(100 - t) + (w - eq)\,l}{P\,l} = \frac{w - eq}{p} = E.$$

Führen wir aber den Werth für die mittlere Temperatur t aus der ersten Formel ein, so haben wir

$$\frac{(l + 100 - t')\,w + (100 - t'')\,W - eql}{P\,l} = E$$

wobei

W das Gewicht des Wassers im Kessel,

w „ „ „ „ welches von den Behältern, während der Dauer des Versuches abgelassen wurde.

t' die Mitteltemperatur des Wassers in den Behältern,

t'' die corrigirte anfängliche Temperatur des Wassers in dem Kessel ist[1]).

---

[1]) Eine geringe Correction muss auch für die in den Rückständen der Verbrennung noch vorhandenen brennbaren Substanzen, als: den Russ, unverbrannte Kohle in der Asche u. s. w. vorgenommen werden. Um diess mit grosser Genauigkeit thun zu können, würde eine Reihe von Beobachtungen und Analysen nöthig gewesen seyn, deren mühevolle Ausführung und Kosten nicht im Verhältnisse gestanden wären, zu dem zu erhaltenden Resultat. Es wurde demnach als hinreichend erachtet, auf folgende Weise vorzugehen, obschon dabei das Ergebniss nur eine rohe Annäherung zur Wahrheit sein kann. Es wurde angenommen, dass die Verdampfungskraft der Kohle abhängig sei von dem Verhältnisse der in ihr enthaltenen brennbaren zur nicht brennbaren Substanz, und dass diess Verhältniss eine ähnliche Verdampfungskraft in den bei der Verbrennung erzeugten Aschen, Lösche (cinders) und Russ hervorbringe, mit andern Worten, dass wenn die verbrennliche Substanz in den letzteren

Bei den vorhergehenden Formeln wurde die latente Wärme des Dampfes = 1000° *F* oder 555°.555 *C* angenommen, eine Zahl, deren man sich bei uns gewöhnlich bedient; aber nachdem alle Berechnungen über diesen Gegenstand nach den Versuchen der Herren Wilson und Kingsbury vollendet und die Resultate an die Admiralität eingesendet waren, erschien Regnault's vortreffliche Abhandlung über die latente Wärme des Dampfes. Es wurde demnach nöthig, diese neuen Resultate bei den künftigen Versuchen zu benützen, sie sind, so weit sie die gegenwärtige Untersuchung betreffen, in der Tabelle I. enthalten.

Es wurde auch wünschenswerth, neue Correctionen einzuführen, die sich bei dem Fortgang der Untersuchungen als nöthig ergaben. So bestimmte Phillips durch sorgfältige Versuche die Veränderungen im Rauminhalte des Kessels bei verschiedenen Temperaturen und Correctionen für diese Differenz

---

nutzbar angewendet worden wäre, zur Dampferzeugung ein gleicher Effect hervorgebracht worden wäre, als ob man eine Quantität Kohle die eben so viel Brennstoff enthält, verbrannt hätte.

Ist dann Q das Gewicht der Kohle, welches eben so viel brennbare Substanz enthält, als die Rückstände der Verbrennung im Ofen, so ist:

$$E' = \frac{(l + 100 - t)\,w + (100 - t'')\,W - l\,e\,q}{(P - Q)\,l}$$

der corrigirte Coëfficient der Verdampfungskraft. Ist dann

w_1 das Gewicht der Asche nach dem Versuche.
w_2 " " " Lösche " "
w_3 " " des Russes " "

wobei das Gewicht der Lösche nach der Entfernung der Aschenschlacke (clinkers) bestimmt ist.

Seien ferner

$\left.\begin{matrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \end{matrix}\right\}$ die Procente der verbrennlichen Masse in der Asche, der Lösche und der Russ

Q ein Gewicht von Kohle, welches dieselbe Menge verbrennbarer Substanz enthält, r der durch die Analyse gefundene Procentgehalt der Kohle an brennbarer Substanz, so ist

$$r\,Q = r_1\,w_1 + r_2\,w_2 + r_3\,w_3$$

und demnach

$$Q = \frac{r_1\,w_1 + r_2\,w_2 + r_3\,w_3}{r}$$

wurden bei späteren Versuchen vorgenommen. Die Veränderung der Rauminhalte der Behälter wurde ebenfalls berücksichtigt, wenn die Temperatur um $1^0.11 C$, ($2^0 F$) von jener differirte, bei welcher sie graduirt worden waren. Eine andere Ursache von Fehlern, welche ebenfalls berücksichtigt werden muss, ist die etwaige Differenz zwischen der Anfangs- und Endtemperatur bei dem Beginne und dem Schlusse des Versuches. Da dieser Unterschied durch die Beobachtung ermittelt ist, so kann die Correction nach der im Anhange gegebenen Tabelle für die Ausdehnung des Wassers im Kessel berechnet werden. Nach Einführung dieser neuen Correctionen bei den Versuchen zur Bestimmung des Coëfficienten für die Heizkraft des Holzes wendete Herr Phillips folgende Formel an:

$$E = \frac{(W + w - w')(l + t) + wt' + (w' - w)t''}{Pl}$$

in welcher W das Gewicht des Wassers ist, das während der Dauer des Versuches aus den Behältern herabgelassen wurde,

w das Gewicht des Wassers (gefunden nach der Tafel für die Expansion), welches sich beim Beginn des Versuches im Kessel befand,

w' das Gewicht des Wassers im Kessel beim Schluss des Versuches,

l der Coëfficient für die latente Wärme des Dampfes,

t die Wärmemenge, welche nöthig ist, um das Wasser der Behälter von seiner mittleren Temperatur zu jener, bei welcher es verdampft, zu erheben,

t' die Wärmemenge, welche nöthig ist, um das Wasser im Kessel von der Anfangs auf die Endtemperatur zu erhöhen,

t'' die Wärmemenge, welche nöthig ist, um das Wasser in den Behältern von seiner Temperatur auf die Endtemperatur im Kessel zu erhöhen,

P das Gewicht des während der Dauer des Versuches verbrauchten Brennstoffes,

E der Coëfficient für die Heizkraft des Holzes. Ist aber die Anfangstemperatur niedriger, als die Endtemperatur, so erhält man die Formel:

$$E = \frac{(W + w - w')l + Wt + wt' + (w' - w)t'''}{Pl}$$

wobei alle Zeichen ihren ursprünglichen Werth beibehalten, mit Ausnahme des letzten, bei welchem t' durch t''' ersetzt wird (d. i. die Wärme, welche nöthig ist, um die Endtemperatur zu jener zu erheben, bei welcher das Wasser verdampfte), und welches negativ betrachtet werden muss, während t' positiv wird. Ist jetzt q das Gewicht des Holzes, welches angewendet wurde, um das Feuer anzuzünden, so erhält man folgende Formeln für die Verdampfungskraft der Kohle:

$$E' = \frac{(W - Eq + w - w')\,l + (W + w - w')\,t + wt' + (w' - w)\,t''}{Pl}$$

$$E' = \frac{(W - Eq + w - w')\,t + Wt + wt' + (w' - w)\,t'''}{Pl}$$

Da die Versuche strenge vergleichbar sind, indem sie unter gleichen Bedingungen vorgenommen wurden, so wird die Vernachlässigung der übrigen Correctionen, welche wir angedeutet haben bei der Prüfung der Resultate von keiner weitern Bedeutung sein; während ihre Ausführung eine Schärfe der Versuche nöthig gemacht haben würde, welche in der Praxis nie erreicht werden kann, und welche in der That nutzlos geblieben wäre, da, wie früher bemerkt, die Beobachtungsfehler bei derartigen approximativen Versuchen immer sehr gross bleiben. Die einzige vernachlässigte Correction, welche dem Anscheine nach für praktische Zwecke von Wichtigkeit sein könnte, ist die für den hygroskopischen Zustand des Brennstoffes. Hätte man Holz angewendet, so hätte sie vorgenommen werden müssen, aber die Kohle ist viel weniger hygroskopisch als das Holz, das letztere enthält $\frac{1}{5}$ seines eigenen Gewichtes hygroskopisches Wasser und eine einfache Rechnung zeigt, dass die zur Verdampfung dieser Menge nöthige Wärme nahe 22 Procente von der bei der Verbrennung des Holzes erzeugten Gesammtwärme beträgt. Die Menge des hygroskopischen Wassers der Kohle dagegen ist sehr gering, wie man aus der hier folgenden Bestimmung derselben in einigen Kohlen von Wales ersieht.

Graigola Kohle .	1.06	Procente,
Anthracit . . .	2.44	„
Old Castle . . .	0.74	„
Ward's Fiery Vein	1.27	„

Mynydd Newydd .	0.67	Procente
Pentrepoth . . .	0.78	„
Pentrefelin . . .	0.70	„

Hätten wir Correctionen für diese geringen Quantitäten eingeführt, so hätten wir die Praxis irre geleitet, denn selten werden Kohlen in einem so trockenen Zustande auf das Schiff gelangen, in welchem wir dieselben erhielten, da sie in grossen Fässern verpackt und bedeckt erhalten wurden.

Es wurde unnöthig befunden, Correctionen für durch die Esse entweichenden brennbaren Gase anzubringen, denn wiederholte Analysen der Gase in der Esse zeigten, dass dieselben keine brennbaren Bestandtheile mehr enthielten, die einzigen Producte, welche man immer fand, waren: Kohlensäure, schweflige Säure, Sauerstoffgas und Stickgas. Die Quantität des freien Sauerstoffgases in der Esse, wechselte von ¼ bis zur Hälfte jener Menge, welche sich mit dem Brennstoffe verbunden hatte, mit andern Worten, nahe die doppelte Quantität der Luft, welche der Theorie nach gerade nöthig ist, streicht durch das Feuer.

Was die Wahl der Kohlen für die Versuche betrifft, so verweisen wir auf Herrn Wilson's Brief, in dem Anhange. Dieser Brief gibt die Ergebnisse einer Excursion, die Herr Professor Wilson nach Süd-Wales unternahm, um die für die Versuche am meisten versprechenden Kohlen des dortigen Kohlenbeckens und die Häfen, von welchen aus dieselben am bequemsten verschifft werden könnten, zu ermitteln. Dieser District wurde ausgewählt, weil die verschiedene Beschaffenheit der dortigen Kohlen, die von sogenannten bituminösen Kohlen, alle Uebergänge bis zum Anthracit darbieten, hoffen liess, dass man darunter auch eine Art finden würde, welche die für die Zwecke der Schiffahrt nöthigen Eigenschaften vereinigt. Man beabsichtigte, sich strenge nach Districten zu halten, da diess für die Untersuchungen am zweckmässigsten schien. Diess geschah auch bisher bei allen Versuchen mit Ausnahme einiger auf Verlangen der Admiralität vorgenommenen Fälle. Die Tafel II enthält einen Auszug der Resultate, soweit diese das Verdampfungsvermögen des Brennstoffes betreffen. Die speciellen Eigenthümlichkeiten jeder Kohle sind bei der detaillirten Auseinandersetzung der Versuche im Anhang beschrieben.

Diese Tafel II bezieht sich nur auf den ökonomischen Werth der untersuchten Kohlen, und auf den Dampf, der durch eine Einheit der respectiven Kohlen erzeugt wird, ohne übrigens eine Zeiteinheit anzuführen. Die Details, die sich auf die Zeit beziehen, welche ein sehr wichtiges Element für den Werth der verschiedenen Brennstoffe bilden, findet man im Abschnitte II.

Es ist ermittelt, dass die ökonomischen Resultate der Verdampfung bei unsern am besten eingerichteten Apparaten nur ein geringer Theil von dem theoretischen Ergebnisse sind, welches sich aus der wirklich erzeugbaren Wärmemenge ergibt. Doch ist es der Vergleichung wegen nöthig, die in der Praxis erhaltene Wärmemenge der Kohle mit der theoretischen Menge derselben zusammenzustellen. Die Ursache des Unterschiedes zwischen der wirklich erhaltenen und der theoretischen Menge ist zum grossen Theil wenigstens leicht erklärbar und rührt nicht von einen Irrthum in der Berechnung her. Bevor man die Vergleichung anstellen kann, ist es nöthig, die Zusammensetzung der verschiedenen Kohlen zu kennen,; wir fügen diese in der Tabelle III, die nach dem Abschnitte IV berechnet wurde, bei.

Die Chemiker stimmen nicht ganz überein in der Bestimmungsart der theoretischen Heitzkraft der Kohlen. Als eine annähernde Regel, ohne gerade ihre absolute Genauigkeit behaupten zu wollen, betrachtet man ihr Heitzvermögen als im Verhältniss stehend zur Menge des zu ihrer gänzlichen Verbrennung erforderlichen Sauerstoffes. Diese Menge kann durch einen Versuch bestimmt werden, indem man die Kohle mit einem Ueberschuss von Bleiglätte erhitzt, und dabei die von Herrn Phillips beschriebenen Vorsichtsmassregeln anwendet, oder sie kann durch Rechnung gefunden werden, aus den bekannten Aequivalenten der brennbaren Bestandtheile der Kohle. Aus der Quantität des durch die Kohle reducirten Bleies kann die Quantität des zu ihrer Verbrennung angewandten Sauerstoffes berechnet werden, und die Heitzkraft steht im directen Verhältnisse zu dieser Quantität. Die Menge des zur Verzehrung der brennbaren Bestandtheile nöthigen Sauerstoffes kann genauer bestimmt werden durch die Elementar-Analyse, und die auf diese Weise erhaltenen Resultate sind gewöhnlich um ½

grösser als jene, die der Versuch mit Bleiglätte gibt. Die Berechnung nach der Elementar-Analyse gründet sich darauf, dass 6 Theile oder 1 Aequivalent Kohlenstoff, 16 Theile oder 2 Aequivalente Sauerstoff zur Verbrennung erfordern, während 1 Theil Wasserstoff, 8 Theile Sauerstoff nöthig hat; man braucht daher nur von dem Wasserstoffe eine, dem in der Kohle enthaltenen Sauerstoff entsprechende Menge, abzuziehen, um die Rechnung nach diesen Principien ausführen zu können.

Da das Heitzvermögen nur relativ ist, so ist es zweckmässig, dasselbe auf das Heizvermögen des reinen Kohlenstoffes zurückzuführen, von welchem 1 Theil 2.666 Theile Sauerstoff zur Verbrennung erfordert und nach Despretz 78.15 Theile Wasser vom Eispuncte zum Siedepuncte zu erhitzen vermag. Die Rechnung kann vereinfacht werden, indem man die Summe des erhaltenen Bleies mit 2.265 multiplicirt, wodurch man unmittelbar das Gewicht des Wassers erhält, welches durch einen Theil der zur Reduction der Glätte verwendeten Kohle auf jene Temperatur gebracht wird. Nach diesen Grundsätzen ist Tabelle IV berechnet. (S. Tab. IV.)

Was die praktische Anwendung des Brennstoffes betrifft, so kann eine solche Tabelle, die Versuche nicht überflüssig machen, da der ökonomische Werth der Kohle auch von zufälligen Umständen abhängt, die mit ihrer physikalischen und chemischen Beschaffenheit im Zusammenhange stehen. Während diese Tabelle im Ganzen mit den praktischen Resultaten der Versuche übereinstimmt, und dieselben bestätiget, ergibt sie doch in einem oder zwei Fällen merkliche Differenzen, welche eben sowohl von der chemischen, als von der physikalischen Beschaffenheit der Kohlen abhängen. Wenn z. B. bei der trockenen Destillation, welche in den Oefen vor der Verbrennung einzutreten pflegt, eine grosse Menge der Bestandtheile der Kohle gasförmig gemacht werden, so wird dabei so viel Hitze consumirt, dass die durch die nachherige Verbrennung derselben erzeugte Hitze nicht grösser ist, als jene, die zu ihrer Bildung in Anspruch genommen wurde, in welchem Falle eine Art Wärme-Ausgleichung eintritt. Um das Verhältniss der feuerfesten und flüchtigen Producte der verschiedenen Kohlen zu ermitteln, wurde der mühsame Vorgang, der in der

III. Abtheilung beschrieben ist, angewendet. Aber das Mühsame und Unsichere dieser Art von Analysen hat uns bewogen, nur eine beschränkte Zahl von Kohlen, auf diese Weise zu untersuchen (jene die in Tabelle V gegeben sind), um so mehr, da es für die Zwecke der Dampfschiffahrt hinreichend war, die Menge der Cokes in Procenten zu bestimmen, die man in Tabelle II angeführt findet. (S. Tab. V.)

Es wurde vor einiger Zeit behauptet, dass das Verdampfungsvermögen einer bituminösen Kohle durch das Verdampfungsvermögen ihre Cokes ausgedrückt werden kann, da die durch die Verbrennung ihrer flüchtigen Producte erhaltene Hitze in der Praxis wenig mehr beträgt, als jene, die erforderlich ist, dieselben zu verflüchtigen. — Wäre diese Behauptung auch nur annähernd wahr, so liessen sich sehr wichtige praktische Resultate daraus ableiten. Durch ein erweitertes und besseres System der Gasfabrikation könnten die flüchtigen Destillationsproducte nicht allein zur Beleuchtung, sondern auch zur Heizung der Wohngebäude dienen, und die rückständigen Cokes könnten mit gleichem Vortheil in unsern Manufacturen[1]) angewendet werden, wobei überdiess der Entwicklung jenes Rauches, der gegenwärtig für den Comfort unserer Städte so nachtheilig ist, vorgebeugt würde.

Es ist leicht durch Rechnung zu ermitteln, ob die durch die Kohle hervorgebrachte Leistung ihren feuerfesten Bestandtheilen, d. i. den Cokes zugeschrieben werden muss, wenn man untersucht, welcher Leistung die letzteren allein fähig sind. Diess kann geschehen, indem man die Aschengehalte der Kohle von der Menge Cokes, welche sie geben (Tab. III), abzieht, und den Rest als Kohlenstoff in Rechnung bringt. Dieser Kohlenstoff multiplicirt mit seinem Heizvermögen 7353 und dividirt durch 536.5, d. i. die latente Wärme des Dampfes, gibt die Zahl der Pfunde Wasser an, welche die Cokes für sich allein, ohne Hilfe der brennbaren, flüchtigen Bestandtheile der Kohle zu verdampfen vermögen. Diese Resultate sind in der Columne B Tab. VI. neben die wirkliche Leistung der Kohle gesetzt, und

[1]) In diesem Falle würde es nöthig sein, den Destillationsprocess nicht so weit fortzuführen, als es gegenwärtig geschieht, die übrig bleibenden Cokes würden dann besser verbrennen, und die Gase reiner werden.

man kann daraus sehen, dass einige entschiedene Ausnahmen, welche man erwarten konnte, abgerechnet, die durch die Cokes allein mögliche Leistung in der That grösser ist, als jene, welche die Versuche mit der ursprünglichen Kohle ergaben.

Das ganze System der Cokes-Fabrikation ist gegenwärtig sehr unvollkommen, man verliert nicht allein die flüchtigen brennbaren Substanzen, welche durch zweckmässige Vorrichtungen nutzbar gemacht werden könnten, sondern es geht auch eine unermessliche Quantität Ammoniak unbenützt in die Luft. Ammoniak und seine Salze werden täglich werthvoller für die Agrikultur, und ihr vergleichungsweise hoher Preis allein ist es, der ihre allgemeine Anwendung bei allen Arten von Getreidebau verhindert. Durch eine sehr einfache Construction könnte in den gegenwärtig angewandten Coköfen ein guter Theil des Stickstoffes, der immer in der Form von Ammoniak entweicht, aufgefangen werden. Um zu dieser Oekonomie aufzumuntern, haben wir der Tab. VI zwei Columnen (*H* und *I*) beigefügt, welche die Quantität Ammoniak ($H_3 N$) und die diesem entsprechende Menge von schwefelsaurem Ammoniak ($H_4 N O, S O_3$) enthalten, welche je 100 Pfund der verschiedenen Kohlen liefern könnten. Wenn man sich erinnert, dass der Preis des schwefelsauren Ammoniaks ungefähr (13 Ł) 127 fl. C. M. für die Tonne (1814.355 W. Pf.) beträgt, und dass 100 Tonnen beim Vercoken im Mittel 6 Tonnen von diesem Salz zu liefern vermögen, so wird man einsehen, wie bedauernswerth der Verlust desselben ist.

Durch die vorhergehenden Daten kann der wirkliche Werth der Kohlen mit dem theoretisch möglichen verglichen werden, vorausgesetzt, dass die Verbrennung unter Umständen vor sich gehe, bei welchen jedem Verlust von Hitze vorgebeugt wäre. Die wirkliche Leistung eines Pfundes Kohle bei dem angewendeten Kessel kann leicht durch die Zahl der Pfunde ausgedrückt werden, welche zu einer Höhe von 1 Fuss durch dieselbe gehoben werden. Dieses Resultat kann man in der That durch folgende einfache Formel finden:

$$x = W\eta \times 536.5 \times 610.66.$$

worin W das Wasser bedeutet, von welchem η Pfunde durch 1 Pfund Kohle verdampft werden. Diese Formel ist aus der Betrachtung abgeleitet, dass η Pfunde Wasser multiplicirt mit

536.5 [1]), oder dem Coëfficienten für die latente Wärme des Dampfes bei 100° die Zahl der Pfunde Wasser anzeigt, welche um 1° *C* erhitzt werden würden; und die Zahl 610.66 ergibt sich aus Versuchen über die mechanische Kraft, die durch die Erhöhung der Temperatur eines Pfundes Wasser um 1° *C* ausgedrückt wird. Diese Kraft würde nach den sorgfältigen Versuchen von Herrn Joule über die Reibung von Oel, Wasser und Quecksilber, 610.66 Pfund, 1 Fuss hoch heben.

Der theoretische Werth der Kohlen in Bezug auf die Zahl der Pfunde Wasser, welche 1 Pfund des Brennstoffes in Dampf verwandelt, wird durch folgende Formel gefunden:

$$x = \left(\frac{C \times 7353}{536.5}\right) + \left(\frac{(H-h) \times 34705.5}{536.5}\right)$$ [2])

wobei *C* die Quantität des Kohlenstoffes, *H* die Quantität des Wasserstoffes in einen Theil Kohle, und *h* die Quantität des Wasserstoffes, welche dem in der Kohle enthaltenen Sauerstoff entspricht, bedeuten. Diese, multiplicirt mit ihrem Heitzvermögen nach den Versuchen von Dulong, und dividirt durch die latente Wärme des Dampfes, geben die Zahl der Pfunde Wasser an, welche durch 1 Pfund der Kohle in Dampf verwandelt werden. Die auf diese Weise erhaltenen Zahlen können nach der vorhergehenden Formel in mechanische Kräfte umgesetzt werden; die Resultate dieser Rechnungen findet man in der Tabelle VI.

Die besten Maschinen in Cornwallis heben, wie man ausgemittelt hat, für jedes Pfund der verbrauchten Kohle, 964200 Pfunde 1 Fuss hoch, so dass nur ungefähr der achte Theil der wirklich erzeugten Kraft, oder nur $^1/_{11}$ bis $^1/_{12}$ der theoretisch möglichen Kraft in der Praxis nutzbar gemacht wird. Die verschiedenen Versuche, welche man in Betreff des Verdampfungsvermögens der Kohlen mit den Kesseln angestellt hat, haben keine sehr gleichförmigen Resultate gegeben. Smeaton verdampfte im Jahre 1772 mit 1 Pfund von Newcastle-Kohle

---

[1]) Der Coëfficient für die latente Wärme des Dampfes wird gewöhnlich 555° 55 *l* angenommen, aber die obige Zahl ergibt sich aus den neuen Versuchen von Regnault wie sie Tab. I angeführt sind.

[2]) Die obigen Heitzvermögen des Kohlenstoffes und Wasserstoffes stimmen nicht genau mit dem von Dulong angegebenen überein, welche im Mittel 7170 und 34742 sind.

7.88 Pfund Wasser von 100°, Watt im Jahre 1788 kam zum Schluss, dass durch dieselbe Kohlenmenge 8.62 Pfund Wasser verdampft werden können, und später im Jahre 1840 fand Wicksteed, dass in 1 Pfund Merthyr-Kohle 9.493 Pfund Wasser von 26.66° zu verdampfen vermag, was eben so viel beträgt, als 10.746 Pfund von 100°. Bei einigen Versuchen an dem Kessel der Loam-Maschine in den vereinigten Minen von Cornwall fand man bei einem sechsmonatlichen Versuche, dass 1 Pfund Kohle 10.29 Pfund Wasser von 100° verdampfte. Es wurde dieses Resultat aus der angestellten Beobachtung, dass 209,922.4 Kubikfuss Wasser von 38°.88 durch 700 Tonnen (1270048·5 Wiener Pfunde) Kohlen verdampft worden waren, berechnet. Ja man hat sogar behauptet, dass in Kesseln von Cornwall 14 Pfund Wasser durch 1 Pfund Kohle verdampft worden wären. Doch da diess die höchste theoretische Leistung ist, so ist schwer zu glauben, dass sie selbst in den bestconstruirten Dampfmaschinen erreicht worden sei.

Um zu ermitteln, in wie weit unser Kessel schlechter war, als die Kesseln in Cornwall, wie man diess bei seiner geringen Grösse und unvollkommenen Verkleidung erwarten konnte, beauftragten wir Herrn Phillips, einige Versuche an einer der besten Maschinen in Cornwall zu machen; die Ergebnisse derselben finden sich im Anhange Abth. II. Man fand bei diesen Versuchen, dass 11.42 Pfunde Wasser durch 1 Pfund der Kohlen von Wales, die in ihrer Zusammensetzung jenen von Mynydd-Newydd gleichen, verdampft wurden, oder mit andern Worten, dass die besten Kessel in Cornwall von grossen Dimensionen nahezu um 20 Procent besser sind, als jener, der bei unsern Versuchen gebraucht wurde. Da die Resultate, die in diesem Berichte angeführt sind, nur relativ sind, so wird der Werth unserer Versuche durch diese Differenz nicht beeinträchtigt.

Wir wünschten sehr diese Versuche auch an den verschiedenen Arten von Patent-Brennstoffen anzustellen, aber wir waren nicht im Stande, unsern Untersuchungen in dieser Richtung die gewünschte Ausdehnung zu geben, da wir, obgleich wir uns vielfältig an die Besitzer der Patente wendeten, uns diese Brennstoffe nicht in hinreichender Menge verschaffen konnten. Doch wurden bereits 3 verschiedene Arten untersucht, nämlich

die der Herren **Wylam**, **Warlich** und **Bell**, deren Resultate in den Tabellen enthalten sind. Die Patent-Brennstoffe werden gewöhnlich in die Form von Ziegeln gebracht, und sind daher sehr zur Verpackung geeignet, so dass, wenngleich das specifische Gewicht der Brennstoffe geringer ist, als das der gewöhnlichen Kohlen, von den letzteren der Gestalt und mechanischen Structur wegen nur wenige Arten in einen kleinern Raum, die Tonne gepackt werden können, als die ersteren. Während wir aber die verschiedenen Arten der Patent-Brennstoffe als sehr wichtig ansehen, und der Meinung sind, dass dieselben der Leichtigkeit ihrer Verpackung wegen für Schiffahrtszwecke ganz besonders geeignet sind, ja vielleicht sogar einst die gewöhnlichen Kohlen verdrängen werden, so bekennen wir doch zu gleicher Zeit, dass uns der grössere Theil derselben nicht mit der nöthigen Rücksicht auf die bei Dampfbooten erforderlichen Bedingnisse angefertigt zu werden scheint. Gewöhnlich mischt man bituminöse oder theerige Massen mit der bituminösen Kohle, und macht aus dieser Mischung den Brennstoff. Eine zu erreichende Aehnlichkeit mit den für Dampfboote am besten geeigneten Kohlen würde aber gerade auf den entgegengesetzten Process hindeuten, und die Mischung einer mehr anthracitischen Kohle mit dem bituminösen Cement räthlich machen. So wie der grösste Theil gegenwärtig gemacht wird, ist es beinahe unmöglich, die Bildung eines dichten undurchsichtigen Rauches zu verhindern, ein Umstand der für Kriegsschiffe höchst unvortheilhaft ist, da er ihre Lage in einer Entfernung und zu einer Zeit verräth, wo es wünschenswerth sein kann, dieselbe zu verbergen. Ausser diesem und anderen Nachtheilen sind auch die sehr bituminösen Varietäten für ein heisses Klima nicht wohl geeignet, da sie so wie gewisse Kohlenarten der Selbstentzündung unterliegen. Um diesen Nachtheilen vorzubeugen, hat man einige Sorten von Patent-Brennstoffen einer Art von Vercokung unterzogen, und dabei grossentheils die gewünschten Bedingungen erzielt. Uebrigens kann es kaum einem Zweifel unterliegen, dass ungeachtet der grossen Zahl der gegenwärtig bestehenden Patente für die Fabrication des Brennstoffes viel werthvollere Resultate für die Zwecke der Dampfschiffahrt erzielt werden könnten, wenn man bei der Fabri-

cation speciell diese Verwendungsart im Auge hätte. Aus der Tabelle II ist zu ersehen, dass die 3 untersuchten Patent-Brennstoffe beinahe die höchsten erlangten Resultate zeigen. Sollte es wünschenswerth erscheinen, diese Untersuchungen fortzusetzen, so wäre es, wie wir glauben, am vortheilhaftesten geeignete Mischungen verschiedener Kohlen zu untersuchen. Selbst Anthracit könnte bei solchen Mischungen mit Vortheil angewendet werden. Es ist von grosser Wichtigkeit bei einer ökonomischen Untersuchung der Kohlen sich genaue Kenntniss zu verschaffen, welche Veränderung dieselbe durch das Verpacken und durch die länger fortgesetzte Einwirkung einer höheren Temperatur wahrscheinlich erleiden können, nicht allein in Betreff ihrer Verschlechterung, sondern auch bezüglich der durch fortgesetzte chemische Processe bewirkte Entwicklung von schädlichen Gasen.

Die Aufbewahrung von Kohlen, welche leicht der Verwitterung unterliegen, in eisernen Behältern bewirkt, besonders wenn dieselben zufällig durch Seewasser befeuchtet sind, eine schnelle Zerstörung des Eisens, welche um so rascher vor sich geht, je weniger der Behälter gegen den Einfluss der enthaltenen Substanzen geschützt ist. Dieses Zugrundegehen scheint seinen Grund darin zu haben, dass der Kohlenstoff oder die Kohle mit dem Eisen ein Volta'sches Element bildet, und so eine Oxydation bewirkt. Die Wirkung ist eine ähnliche wie bei den röhrenförmigen Bildungen, die an der Innenseite der eisernen Wasserhähne erscheinen, wo ein Kohlentheilchen, das mit dem Metalle nicht chemisch verbunden ist, in Berührung mit Salzwasser ein schnelles Zerfressen bewirkt. Wo das Eisen eine solche Neigung zur Oxydation zeigt, ist im Allgemeinen ein mechanisches Schutzmittel als hinreichend befunden worden; ein solches ist in manchen Fällen das römische Cement oder eine Holzverkleidung oder ein fettes Oel, das durch starke Pressung in die Poren des Eisens eingetrieben wird.

Neuere Untersuchungen der sich aus den Kohlen entwickelnden Gase haben bewiesen, dass immer Kohlensäure und Stickstoff mit den brennbaren Gasen gemischt seien, was beweiset, dass sich die Kohle mit dem Sauerstoff der Luft verbinde, und ihrer weiteren Veränderung entgegen gehe. Diese

Veränderung ist nichts anderes als eine Verbrennung ohne Flamme, und bei derselben ist immer eine Temperatur-Erhöhung bemerkbar. Das Gas, welches sich während der Dauer dieses Verbrennungs-Processes in freier Luft bildet, besteht hauptsächlich aus Kohlensäure, welche Gasart dem thierischen Leben gefährlich ist. Es ist wohl bekannt, dass diese Umwandlung der Kohle bei erhöhter Temperatur schneller vor sich geht, und daher findet sie besonders in heissen Climaten Statt. Trockenheit ist dieser langsamen Verbrennung ungünstig, während Nässe dieselbe befördert. Wenn Schwefel oder Eisenkies (eine Verbindung von Schwefel und Eisen) in bedeutender Menge in einer Kohle enthalten sind, die sich unter dem Einflusse der Luft verändert, so ist diess eine zweite kräftige Ursache der Erhitzung, und beide zusammenwirkend können das hervorbringen, was man Selbstentzündung nennt. Die letztere Ursache ist für sich allein hinreichend, wenn eine ungewöhnliche Menge von Schwefel oder Eisenkies vorhanden ist.

Am Besten wird jede solche Selbstentzündung verhüthet durch vollkommene Trockenheit der Kohlen, wenn sie verpackt werden, und durch die Auswahl einer Gattung von Brennmaterial, die nicht dieser fortschreitenden Zersetzung, deren früher erwähnt wurde, ausgesetzt ist. Es ist diess übrigens ein Gegenstand von so hoher Wichtigkeit für die Dampfschiffahrt, dass er fortwährend unsere ganze Aufmerksamkeit in Anspruch nimmt; und es würde zu frühzeitig sein, ausser diesen allgemeinen Anempfehlungen aus der gegenwärtigen beschränkten Reihe von Beobachtungen schon ein bestimmtes Verfahren vorzuschlagen. Einige Kohlengattungen von Formosa und Borneo waren zur Analyse eingesandt worden, die Resultate sind in der beigegebenen Tabelle enthalten. Die Menge von jeder Gattung war so gering, dass keine Versuche über ihre Verdampfungskraft angestellt werden konnten. (S. T. VII.)

Es scheint wünschenswerth, einige der Hauptpunkte, welche schon früher in diesem Berichte erwähnt wurden, in wenigen Worten zusammenzufassen. Es hat sich gezeigt, dass der wahre praktische Werth der Kohlen zur Dampferzeugung von einem Complex von Eigenschaften abhänge, die man nur durch gewissenhaft und genaue fortgesetzte Versuche ermitteln kann. Die

Eigenschaften, so weit sie die Kriegsdampfschiffe betreffen, sind folgende:

1. Das Brennmaterial soll so verbrennen, dass es auch in kurzer Zeit möglich ist, damit die nöthige Menge Dampf zu erzeugen, oder mit anderen Worten, es soll eine schnelle Wirkung geben können.

2. Dasselbe soll ein grosses Verdampfungsvermögen besitzen, d. h. es soll bei geringem Kohlenverbrauche viel Wasser in Dampf verwandeln können.

3. Es soll nicht bituminös sein, damit es nicht einen starken Rauch bilde, der die Stellung von Kriegsschiffen verrathen kann, wenn es wünschenswerth ist, dieselben zu verbergen.

4. Es soll eine bedeutende Cohäsionskraft besitzen, damit es durch die beständige Reibung auf dem Schiffe nicht in zu kleine Stücke zerfalle.

5. Es soll eine bedeutende Dichte mit einer solchen mechanischen Structur verbinden, dass es leicht in einen kleinen Raum verpackt werden kann, eine Eigenschaft, welche bei Kohlen von gleicher Verdampfungskraft oft einen Unterschied von mehr als 20 Procenten bedingt.

6. Es soll keine beträchtliche Menge von Schwefel enthalten und keiner fortschreitenden Zersetzung unterworfen sein, welch beide Umstände eine Selbstentzündung hervorbringen können.

Es trifft sich wohl nie, dass alle diese Umstände bei ein und derselben Kohle vereinigt sind. So, um ein Beispiel anzuführen, besitzt der Anthracit eine sehr grosse Verdampfungskraft, ist aber, da er sich schwer entzünden lässt, nicht geeignet für eine schnelle Wirkung; er hat eine grosse Cohäsionskraft, und wird daher durch Reibung nicht leicht zerbröckelt; er backt aber nicht zusammen, und würde daher in dem Ofen nicht zusammenhalten, wenn das Schiff unter einem frischen Winde segelt; er gibt keinen Rauch, verursacht jedoch durch Oxydation des Eisens eine schnelle Zerstörung der Roststäbe und des Kessels. So also zeigt er bei einigen vorzüglichen Eigenschaften Nachtheile, welche unter gewöhnlichen Umständen seinen Gebrauch ausschliessen. Die oben erwähnten Eigenschaften könnten übrigens doch bei Brennstoffen, die man aus ver-

schiedenartigen Kohlen künstlich bereiten würde, ähnlich wie man die sogenannten Patent-Brennstoffe bereitet, vereinigt sein, und wir haben Versuche über diesen Gegenstand, mit specieller Berücksichtigung der Dampfschiffahrt, anempfohlen. Während wir aber in dieser Hinsicht künstliche Brennstoffe als besonders wichtig betrachten, schien es uns vor allem nöthig, eine Kenntniss der Kohlen in den verschiedenen Districten zu erlangen. Wir wählten zuerst Wales für unsere Untersuchungen, da man dort Kohlen von jeder Art, von den bituminösen Kohlen bis zum Anthracit vorfindet.

Während wir aber die Versuche, die dazu bestimmt waren, Aufklärung über die verschiedenen oben erwähnten Punkte zu geben, mit allen nöthigen Vorsichten fortführten, um gute vergleichbare Resultate zu erlangen, haben wir dieselben nicht mit wissenschaftlichen Correctionen überladen, die zu einer absoluten Richtigkeit zwar nöthig gewesen wären, aber hier, wo es sich nur um praktische Resultate handelte, überflüssig erschienen. Nur auf die Letzteren bezieht sich demnach dieser Bericht. Man hat in demselben die Resultate so zusammengestellt, dass diese nicht mit den Details, hinsichtlich der Eigenthümlichkeiten jeder einzelnen Kohle, vermengt sind, welche zu kennen übrigens von grösster Wichtigkeit ist. Es sind daher in der Tabelle II die praktischen Resultate der Versuche zusammengefasst, während andere nicht minder wichtige Andeutungen in Betreff des Vorkommens jeder Kohle, des Hafens, aus welchem sie verschifft wird, ihre Kosten, ihre Eigenthümlichkeiten beim Verbrennen, die grössere oder geringere Menge von Rauch und Asche, die sie hervorbringt, ihre äussere Beschaffenheit, ihre geologische Lage u. s. w. für jede einzelne Varietät, in der Section II des Anhanges aufgeführt sind.

Die Tabelle III enthält die Zusammensetzung, das specifische Gewicht und die Menge der Cokes jeder einzelnen Kohle, nicht nur als ein Mittel für ihre künftige Identificirung, sondern auch als Maasstab der Güte für irgend einen speciellen Zweck. Der Gehalt an Schwefel, wie er in dieser Tabelle gegeben ist, ist von grösster Wichtigkeit bei Bestimmung des Werthes der Kohlen für die Schiffahrt, da von ihm die Gefahr einer Selbstentzündung abhängt.

Das Heitzvermögen der Kohlen findet man in Tabelle IV Sie gibt eine einfachere und leichtere Methode der Identification, und befähiget den Käufer, sich eine Kohle von bestimmtem Heitzvermögen zu verschaffen. Tabelle V zeigt, wie man die Untersuchung leicht auf andere Zweige der National-Industrie, hauptsächlich die Gasfabriken ausdehnen könne. Sie ist nur beigefügt, um die Anwendbarkeit der Untersuchungen für solche Zwecke anschaulich zu machen.

Tabelle VI hat hauptsächlich zum Zwecke, zu zeigen, dass die durch die Verbrennung der Kohle, selbst bei den am besten eingerichteten Vorrichtungen, erlangte Leistung nur ein geringer Theil von jener ist, welche der Brennstoff zu geben vermag; sie soll zugleich zu Verbesserungen in der Construction der Oefen und Kessel aufmuntern, die man zur Erzeugung des Dampfes in Anwendung bringt. Sie leitet überdiess die Aufmerksamkeit auf den grossen Verlust, welchen die Landwirthschaft durch das Entweichen des Ammoniaks erleidet, der sich immer beim Vercoken der Kohle bildet, und von dem ein grosser Theil durch sehr einfache Vorrichtungen an den gewöhnlichen Cokes-Oefen gewonnen werden könnte. Die Gewinnung und daraus folgende Preisherabsetzung der Ammoniaksalze würde, indem sie dem grossen Verluste eines zur Erhöhung der Production so wohlgeeigneten Stoffes vorbeugen würde, der Landwirthschaft einen ausserordentlichen Vortheil bringen. Auch wurden einige Andeutungen gegeben in Betreff einer mehr ökonomischen Anwendung des Brennstoffes für den Hausgebrauch und Fabrikszwecke. Indem wir diesen ersten Bericht schliessen, können wir nicht umhin, auf die Bereitwilligkeit aufmerksam zu machen, mit welcher wir von verschiedenen öffentlichen und Privat-Anstalten und Gesellschaften unterstützt wurden. Ohne dieser Hilfe würden die Kosten der Untersuchung wesentlich erhöht worden sein.

Das Collegium für Civil-Ingenieure zu Putney gab uns unentgeltlich den Grund, um den Kessel aufzustellen, ein Haus und einen Hofraum, um die Kohlen aufzubewahren. Das Laboratorium und die Werkstätten des Collegiums wurden uns ebenfalls zur Disposition gestellt, und beständig benützt. Der Chef des Collegiums Herr Cowie liess uns bei jeder Gelegenheit seine schätzenswerthe Hilfe bei Durchführung der Versuche angedeihen.

Die Eigenthümer der Kohlengruben, aus welchen wir die Kohlen erhielten, lieferten diese unentgeltlich, und die Great Western-Eisenbahn-Compagnie verführte mit erläuchteter Freigebigkeit jene, die nach Bristol gesendet worden waren, unentgeltlich auf der Bahn nach London. Herrn Georg Rennie, dem ausgezeichneten Ingenieur verdankt die Untersuchung besonders viel. Er lieh nicht nur einen Röhrenkessel unentgeltlich her, um uns in den Stand zu setzen, die Versuche mit dieser Art Kessel zu wiederholen, sondern er bot uns auch Räumlichkeiten zur Durchführung der Experimente an, welche wir auch annahmen, bis der grössere Raum im Collegium für Civil-Ingenieure uns zur Disposition gestellt wurde.

Eine so bereitwillige und liberale Mitwirkung des Publicums zeigt die Anerkennung der Wichtigkeit der von den Versuchen zu erwartenden praktischen Resultate. Indem wir den gegenwärtigen guten Stand des Kessels und der andern in Putney errichteten Apparate in Betracht ziehen, und bedenken, dass die dafür nöthigen Auslagen bereits gedeckt sind, und dass weitere Ausgaben zur Fortsetzung der Untersuchungen hauptsächlich nur zur Bezahlung der als Assistenten angestellten Personen nöthig wären, so glauben wir anrathen zu können, man möge die Untersuchungen auch auf die Kohlen anderer Districte als jener, welche bereits geprüft wurden, ausdehnen, und die dazu nöthigen Auslagen noch für ein oder zwei Jahre bewilligen. Sollte diess geschehen, so könnten wir voraussagen, dass ein reicher Schatz von, für den Schiffsdienst und das grosse Publicum gleich wichtigen Kenntnissen erlangt werden könnte.

Wir haben die Ehre zu sein

u. s. w.

H. P. De la Beche.

Lyon Playfair.

Die Eigenthümer der Kohlengruben, aus welchen wir die Kohlen erhielten, lieferten diese unentgeltlich, und die Great Western-Eisenbahn-Compagnie verfuhr mit ausnehmender Freigebigkeit, indem sie jene, die nach Bristol gesendet worden waren, unentgeltlich auf der Bahn nach London führte. Herrn Henry Beaufoy, dem ausgezeichneten Ingenieur verdankt die Unternehmung besonders viel; Er liess nicht nur einen Röhrenkessel unentgeltlich herstellen, um uns in den Stand zu setzen, die Versuche mit dieser Art Kessel zu wiederholen, sondern er bot uns auch Gemächlichkeiten zur Durchführung der Experimente an, welche wir auch annahmen, bis der grössere Raum im Collegium für Civilingenieure zur Disposition gestellt wurde.

Diese bereitwillige und liberale Mitwirkung des Publikums zeigt die Anerkennung der Wichtigkeit der von den Versuchen zu erwartenden praktischen Resultate. Indem wir den gegenwärtigen guten Stand des Kessels und der andern in Putney errichteten Apparate in Betracht ziehen, und bedenken, dass die dafür nöthigen Auslagen bereits gedeckt sind, und dass weitere Ausgaben zur Fortsetzung der Unternehmung hauptsächlich nur zur Bezahlung der als Assistenten angestellten Personen nöthig wären, so glauben wir annehmen zu können, man möge die Untersuchungen auch auf die Kohlen anderer Districte als jener, welche bereits geprüft worden, ausdehnen und die dazu nöthigen Auslagen noch für ein oder zwei Jahre bewilligen. Sollte dieses geschehen, so könnten wir voraussagen, dass ein solcher Schatz von für den Schiffsdienst und das grosse Publikum gleich wichtigen Kenntnissen erlangt werden könnte.

Wir haben die Ehre zu sein

u. s. w.

H. T. De la Beche,
Lyon Playfair.

Anhang.

Abtheilung I.

Beschreibung des Kessels und Apparates

von Professor

Wilson und **J. Arthur Phillips.**

Allgemeine Anordnung des Apparates zur Untersuchung der Verdampfungskraft der Kohlen.

Das Kesselhaus (siehe A im Grundriss Tafel Nr. I) welches zur Ausführung der Versuche errichtet wurde, ist mit dem einen Ende an die Seite des Gebäudes B, welches das Laboratorium und den chemischen Hörsaal des Collegiums für die Civil-Ingenieure enthält, angebaut. Es bildet ein rechteckiges Gebäude, 33.7 Fuss lang, 15.9 Fuss breit und ist mit einem leichten, schiefen Dache *(lean-to)* bedeckt, wobei die Mauer an der niedrigsten Seite sich 11.57 Fuss über den Fussboden erhebt. Ein Zimmer C, welches den Winkel zwischen einem Theil der Seite des Kesselhauses und den noch übrigen Theil der Seitenwand des Laboratoriums einnimmt, auch mit beiden durch Thüren verbunden ist, enthält das Barometer, so wie andere zu den Gas-Analysen nöthige Apparate, und bildete einen bequemen Platz zur Bestimmung der brennbaren Substanzen in den Rückständen, der Dichte der Kohlen, sowie anderer, mit dem chemischen Theil der Untersuchung in engerer Verbindung stehenden Verhältnisse.

Das Ziegelwerk des Kessels ist an die vom Laboratorium am weitesten entfernte Wand angebaut, seine Breite beträgt 7.38 Fuss, seine Länge 14.46 Fuss. Die eine Seite desselben ist von der Seitenwand des Kesselhauses durch einen Zwischenraum von 1.44 Fuss getrennt; der Zwischenraum an der andern Seite beträgt demnach 5.78 Fuss. Dieser Raum von 1.44 Fuss verhindert einen Wärmeverlust des Kessels, der durch Ableitung der Wärme durch die äussere Mauer hervorgebracht werden könnte, und gewährt einen bequemen Zugang zur Basis der Esse D, welche in der Ecke an einem Ende des Gebäudes angebracht ist. Ein Schieferdach bedeckt das Gebäude; die Schiefer liegen auf einer festen Unterlage von mit Asphalt bestrichenem Filz (asphalted felting), welche sowohl die Mittheilung der Wärme der Luft in dem Gebäude an die Schiefer, als auch das Herabströmen der kalten Luft von Aussen hindert.

An der andern Ecke des Gebäudes, gegenüber der Esse, befinden sich die Wasserbehälter E, F, welche den Kessel mit Wasser versehen. Sie bestehen aus schmiedeisernen Platten, die aneinander genietet sind, und sich ausserhalb des Daches auf der Mauer befinden, die gusseiserne Röhre G, welche dieselben mit Wasser versieht, ist an der Innenseite des Gebäudes, in dem Winkel der Mauer angebracht, um sie vor der Wirkung der Kälte zu bewahren. Das Ende der Röhre ist vorgerichtet, um den Wasserstrom nach Gefallen in jeden Behälter leiten zu können und der Doppelhahn b, der mit den Behältern in Verbindung steht, leitet in ähnlicher Weise den Zufluss von diesen zu dem Kessel. Der Hahn b' an der Speisungsröhre, etwas unter dem letzteren, regulirt die dem Kessel zugeführte Wassermenge.

Der cylindrische Kessel ist 11.57 Fuss lang, hat 3.85 Fuss Durchmesser, besitzt abgeflachte Enden, und einen inneren Feuerabzug, in welchem an einem Ende der Rost angebracht ist, eine Anordnung, wie sie unter dem Namen Cornwall'scher Kessel bekannt ist. Die Abzüge sind nach Art der technisch sogenannten „Spalt" oder „Zaum" Abzüge (split or bridle draft) vorgerichtet, wobei der erhitzte Luftstrom, nachdem er das Feuer verlassen hat, durch den innern Abzug bis zur Rückseite des Kessels fortzieht, sich dort theilt, und an beiden Seiten, an der Aussenwand des Kessels, bis zum vordern

Ende wieder zurückkehrt; die beiden Aeste, deren jeder 2.41 Fuss tief sind, wenden sich dann im rechten Winkel gegen ihren frühern Lauf, und verbinden sich unter dem Kessel zu einem Boden-Abzug, der 2.41 Fuss breit ist, noch ein Mal an der ganzen Länge des Kessels fortstreicht und endlich in die Basis der Esse tritt, so dass bei einem Weg von ungefähr 34.71 Fuss ein Flächenraum von 185.6 Quadratfuss Kesselfläche, der Wirkung der Hitze ausgesetzt wird. In dem horizontalen Theile des Abzuges bei K, gerade bevor dieser in die Esse mündet, ist ein Schieber angebracht, der sich vertikal in einem gusseisernen Rahmen bewegt. Er wird durch einen Stab in Bewegung gesetzt, der durch eine Stopfbüchse geht, und an einer Schnur, die über zwei Rollen läuft und durch ein Gewicht balancirt wird, befestigt ist, so dass eine Person, die nahe der Feuerthür steht, mit grosser Bequemlichkeit die Stärke des Zuges reguliren kann.

Die Esse, deren Innenraum einen quadratischen Querschnitt von 1.205 Fuss Seite, also von 1.452 Quadratfuss Fläche besitzt, ist aus Ziegeln mit einer steinernen Mauerklappe bis zur Höhe von 28.34 Fuss über die Basis des Fussbodens aufgeführt, darüber folgt ein schmiedeiserner Ansatz, der die Höhe des Ganzen auf 34.22 Fuss bringt.

In der Esse bei D′ D″, ungefähr 5.7 Fuss über der Basis, wurden Oeffnungen angebracht, um Beobachtungen über die Temperatur der durchziehenden Luftströme anstellen, und Proben der Gase zur Analyse gewinnen zu können. Am Ende jedes der Seitenabzüge, und an der Basis der Esse wurden Oeffnungen durch die äussere Mauer gemacht, durch welche der Russ nach Beendigung jeder Versuchsreihe herausgenommen wurde. Der Boden der Esse besteht aus Ziegeln, um das Wegnehmen desselben zu erleichtern, und um den Verlust von Hitze, wenn der Ofen in Thätigkeit ist, zu vermeiden, sind die Oeffnungen am Ende durch 0.33 Fuss dicke Steinthüren geschlossen, welchen ein ungefähr 0.093 Fuss weiter Zwischenraum für Luft, und zuletzt gusseiserne Hängthüren, die mit feuerfestem Thon verstrichen sind, folgen.

Der Rost ist 2.41 Fuss breit, und 1.92 Fuss lang, so dass er im Ganzen eine Fläche von 4.64 Quadratfuss besitzt. Die

Roststäbe sind 0.723 Zoll dick, und haben 0.48 Zoll breite Zwischenräume. An der Vorderseite des Rostes bei der Feuerthüre ist eine eiserne Platte angebracht, um die bituminösen und anthrazitischen Kohlen allmälig vorzuwärmen. Dieselbe ist 0.803 Fuss breit, schräg gegen den Rost geneigt, und hinter ihr befindet sich eine andere 0.64 Fuss breite Platte, welche sich aufwärts gegen die Feuerthüre neigt, und die Weite dieser bis auf 1.2 Fuss verengt, was also die Weite der zur Einführung des Brennstoffes vorhandenen Oeffnung ist.

Die Thüren*), welche den Eingang zum Rost und zum Aschenfall verschliessen, sind nach einer neuen Construction, und sehr geeignet den Verlust an Hitze zu verhindern, den directen Zutritt der Luft zum Feuer zu reguliren, und ein bequemes Eintragen des Brennstoffes zu gestatten.

Die Anordnung wird aus der folgenden Beschreibung verständlich werden.

c, d ist eine grosse gusseiserne Platte, die in das Ziegelwerk eingelassen ist, und welche vier hervorragende Leisten e e, f f, besitzt, in welche die Enden von starken cylindrischen Stangen, welche die Thüren tragen, eingefügt sind.

Die Oeffnungen, die zum Rost und zum Aschenfall führen, sind von einer eisernen Einfassung umgeben, welche ungefähr 0.48 Zoll breit ist, der untere Theil derselben ist rückwärts der Platte entlang verlängert, und bildet so die Leitung für die Thüre g, h. Die Feuerthüre gleicht genau der Aschenfallthüre, sie besteht aus einer gusseisernen Büchse, deren unterer Rand genau in die oben beschriebene Rinne passt. Inwendig enthält sie erst eine Lage von feuerfesten Ziegeln, dann einen Raum für Luft, endlich eine zweite Lage von feuerfesten Ziegeln, so dass jeder Verlust von Hitze gehindert wird.

Der obere Rand der Thüre hat vorragende Leisten, welche die Träger für zwei Frictionsräder l l, die an der schon erwähnten cylindrischen Stange laufen, bilden, so dass wenn die Thüre mittelst der Handhabe k rückwärts geschoben wird, die Räder

---

*) Die Feuerthüren wurden unter Leitung des Herrn Sylvester angefertigt, derselbe besitzt ein Patent, dessen Rechte er bei dieser Gelegenheit grossmüthig für unsere Untersuchungen cedirte.

der Stange entlang laufen, während der untere Theil der Thüre zu gleicher Zeit in der Rinne g fortgleitet.

Die beiden Seiten der Oeffnung sind schräg, so dass sie am untern Rande mehr hervorragen als oben; es wird hierdurch das Gewicht der Thüren wirksam gemacht, um die Oberflächen in Berührung zu erhalten. Es sind 3 Sicherheitsventile N (Taf. I.) vorhanden; die Fläche des einen, welches direct belastet ist, beträgt 0.0348 Quadratfuss, die der anderen nur 0.0134 Quadratfuss.

Bei den Versuchen arbeitete der Kessel die ersten zwei Tage mit einem Druck von 0.871 Pfund auf den Quadratzoll; am dritten gewöhnlich mit einem Druck von 2.613 Pfund auf den Quadratzoll.

Die Dicke des Ziegelwerkes oben am Kessel beträgt 0.361 Fuss; die Seitenmauern wurden bis zur gleichen Höhe heraufgebaut, und dann mit einem Pflaster von 0.241 Fuss (York-landing) bedeckt. Es wurde so eine weite Plattform gebildet, die einen bequemen Zutritt zu den verschiedenen Thermometern und Apparaten gewährte.

Das Ziegelwerk wurde sehr sorgsam ausgeführt, mit eisernen Reifen gebunden, und jede Oeffnung gut verstrichen, um das Eintreten der äusseren Luft in die Abzüge gänzlich zu verhindern. In die Seitenabzüge wurden ungefähr in der Mitte ihrer Länge Oeffnungen H, I angebracht und eiserne Röhren, die an ihrem unteren Ende geschlossen waren und Oel enthielten, in dieselben eingelassen, welche zur Einsenkung von Thermometern zur Beobachtung der Temperaturen dienten; eine ähnliche Röhre wurde bei k an der Basis der Esse angebracht und eine andere in den Kessel bei L zur Beobachtung der Anfangstemperatur des Wassers in demselben.

Um Proben der Gase, d. i. den Producten der Verbrennung der Kohlen, gewinnen zu können, bediente man sich einer einfachen Vorrichtung.

Eine Reihe von Glasröhren, die an jedem Ende verengt waren, wurden durch Kautschukröhren mit einander verbunden, und in die eiserne Röhre der Esse eingeführt. Das andere Ende des Röhrensystemes war mit einem mit Wasser gefüllten Gasometer verbunden. Wenn man den Hahn des Gasometers öff-

nete, so war die Verbindung zwischen der Esse und dem ersteren hergestellt, und ein Strom von Essengasen zog durch die Röhren. Nachdem diess durch einige Minuten fortgesetzt worden war, um die atmosphärische Luft gänzlich auszutreiben, so wurden die Ansätze von Kautschuk zugebunden und die Röhren weggenommen. Ihre verengten Enden wurden dann mit einem Löthrohr zugeschmolzen und die Röhren zur spätern Analyse bei Seite gelegt.

Die Methode, die angewendet wurde, um die Verbrennungsproducte zu analysiren, gehört zum chemischen Theil der Untersuchung und soll daher hier nicht weiter beschrieben werden. Der Feuchtigkeitszustand der Luft wurde ungefähr in der Mitte der Dauer des Versuches eines jeden Tages mit Hilfe von Daniell's Hygrometer bestimmt. Der Stand desselben wurde am Ende des Kesselhauses, so weit wie möglich vom Kessel entfernt, beobachtet. Das Instrument wurde auf eine schmale Holzunterlage gestellt, die in einer solchen Höhe an der Mauer befestigt war, dass die Kugel des Instrumentes in ein gleiches Niveau mit dem Auge des Beobachters zu stehen kam. Die zwei Beobachtungen gaben nur selten einen Unterschied von Einem Grad, in den meisten Fällen noch viel weniger.

Methode zur Bestimmung der Cohäsionskraft der Kohlen.

Zu diesem Zwecke benützt man einen hölzernen Cylinder, von 2.89 Fuss Durchmesser und ungefähr 3.85 Fuss Länge, der an jedem Ende einen Bolzen befestigt hatte, um welchen sich das Ganze langsam bewegen konnte. Im Innern befanden sich 3 gegen die Axe geneigte Schaufeln, jede 0.482 Fuss breit, sie dienten dazu, um die Kohle aufzuhalten, und dieselbe während der Umdrehung des Cylinders gegen die obere Seite desselben mitzuführen, so dass eine bestimmte Fallhöhe hervorgebracht wurde. An einem Ende befand sich eine Oeffnung, um die Kohlen einzutragen und wieder herauszunehmen. Dieselbe wurde durch eine Thür von Eichenholz, die durch einen eisernen Riegel versichert wurde geschlossen und vollständig geschützt gegen das Durchdringen des Staubes. Der Cylinder wurde auf einem Ende von einem Bock getragen, der andere Zapfen ruhte auf einem Klotz, der in die Mauer eingelassen

war, und die Bewegung wurde ihm durch ein herumgelegtes Band mitgetheilt. Die zu untersuchenden Kohlen wurden zuerst zerbrochen bis zu einer Grösse, wie sie bei unsern Versuchen über die Verdampfungskraft immer angewendet wurde, und dann warf man sie auf ein Sieb, dessen Maschen 0.929 Quadrat-Zoll weit waren. Von den auf dem Sieb zurückgebliebenen Kohlen wurden 80.99 Pfund in den Cylinder eingetragen, der dann eine bestimmte Anzahl Male um seine Axe herumgedreht wurde, das Ganze wurde dann eine kurze Zeit ruhen gelassen, damit der Staub sich setzen konnte, die Thür dann geöffnet, und die Kohlen noch einmal über dasselbe Sieb geworfen, das Gewicht der auf demselben zurückbleibenden Kohlen gab dann die Procente an Stückkohlen, wie man sie in den Tabellen findet.

Die in den Tabellen gegebenen Werthe sind das Mittel aus zwei Versuchen mit jeder Kohle, bei je 50 Umdrehungen.

Der Behälter, in welchem die Kohlen, die zur Unterhaltung des Feuers dienten, gewogen wurden, und welcher auch zur Bestimmung des ökonomischen Gewichtes diente, war 1.93 Fuss lang, 1.93 Fuss breit und 1.446 Fuss tief. Er enthielt demnach 5.37 Kubik-Fuss. Die grösseren Kohlen wurden vor der Wägung in Stücke von nicht mehr als 0.809 Pfund zerbrochen, und diess war das Maximum der Grösse, welches überhaupt bei allen Versuchen angewendet wurde.

Methode der Durchführung der Versuche.

Nachdem wir den Kessel und die damit im Zusammenhange stehenden Apparate beschrieben haben, wollen wir nun den Verlauf der Versuche selbst schildern.

Setzen wir voraus, das Wasser im Kessel sei kalt und stehe ungefähr 0.929 Zoll unter dem Normal-Niveau, den Nachmittag, bevor die Versuche begannen, wurde das Feuer angezündet, und irgend eine Kohle angewendet, um Dampf zu erzeugen, bis dieser die Sicherheitsklappe öffnete. Sobald diess der Fall war, schloss man die Feuer- und Aschenfallthür sowie den Schieber in der Esse, und liess das Feuer ausgehen.

Das erste was am nächsten Morgen geschah, war, die Sicherheitsklappe zu öffnen, um den äussern und innern Druck ins Gleichgewicht zu setzen. Dann wurde eine hinreichende

Menge Wasser aus den Behältern herabgelassen, um das Niveau im Kessel auf den Normalstand zu heben.

Die Tiefe des Wassers in den Behältern wurde dann bestimmt, und die erste Beobachtung der Temperatur desselben gemacht. Die Asche, Lösche und der Russ wurden hierauf herausgenommen, und nachdem die Temperatur des Wassers im Kessel notirt worden war, wurde das Feuer mit einer gewogenen Menge Holzes angemacht und der Zeitmoment genau beobachtet. Die Kohlen wurden dann allmälig zugegeben, bis das Feuer die geeignete Grösse und Form erlangt hatte. Die Form des Feuers wurde entsprechend der Art der angewendeten Kohlen ein Wenig geändert, da es unsere Absicht war, die Kohle mit dem grössten Vortheile zu verbrennen, so dass so wenig als möglich Rauch oben an der Esse erschien.

Die Beobachtungen über die Temperatur der beiden Seitenabzüge und des Endabzuges, so wie des Wassers in den Behältern folgten in regelmässigen Zwischenräumen von ungefähr einer Stunde.

Sobald der Dampf die Sicherheitsklappe emporhob, wurde die Zeit bemerkt, und unter die Rubrik „Dampf auf" *(„Steam up")* eingetragen.

Der Zug wurde regulirt, sobald das Feuer hinlänglich um sich gegriffen hatte. Er wurde während der Dauer des Tages nicht geändert, ausser wenn besondere Umstände diess nöthig machten.

Wenn das Wasser durch die Verdampfung ungefähr 1 Zoll unter das Normal-Niveau gesunken war, so wurde der Abgang aus den Behältern ersetzt, diess war die zuerst angenommene Methode. Späterhin fanden wir es zweckmässiger, das Wasser beständig einströmen zu lassen, so dass es im Kessel immer das gleiche Niveau behauptete, was nach einiger Uebung leicht erzielt wurde.

Bei der Speisung des Feuers wurde Sorge getragen, die Kohlen in Stücken von nicht mehr als 0.809 Pfund im Gewichte und in Menge von nicht mehr als 1—2 Schaufeln voll auf einmal einzutragen; dieselben wurden gleichmässig über das Feuer ausgebreitet, ausgenommen, wenn man es mit Anthrazit oder einigen Arten von bituminöser Kohle zu thun hatte. Beim An-

thrazit fand man, dass die plötzliche Einwirkung der Hitze eine Zersplitterung der Stücke bewirkte, so dass diese durch die Roststäbe fielen; es wurde daher eine allmälige Erhitzung auf der Vorwärmplatte zweckmässig befunden. Bei den bituminösen Kohlen verhinderte ein vorbereitender Process auf der Vorwärmplatte, bei welcher dieselben theilweise verkokt wurden, das Zusammenbacken im Feuer, was den Durchgang der Luft durch den Rost gehindert hätte. Ueberdiess wurde dabei eine bessere Gelegenheit zur Verbrennung des Rauches und der Gase, welche über eine grosse Fläche von erhitztem Brennstoff wegstreichen mussten, geboten.

Die Dauer des Versuches wurde von dem Augenblicke an gerechnet, wo der Dampf das Sicherheitsventil öffnete bis zur letzten Anwendung des Brennstoffes, worauf man bei geschlossenem Abzugsventil, dann Feuer- und Aschenfallthüren das Feuer allmälig ausgehen liess.

Während des Tages wurde die Asche von Zeit zu Zeit in kleinen Quantitäten wieder aufgeworfen, wenn das Feuer gut und hell brannte. Das Gewicht der verbrauchten Kohle wurde dann bestimmt, indem man die zurückgelassene Menge von der Gesammtmenge, die für den Versuch des Tages vorbereitet worden war, abzog.

Am nächsten Morgen wurde zuerst das Niveau des Wassers im Kessel hergestellt, indem man den nöthigen Zufluss aus den Behältern herableitete, dann die Tiefe in den letzteren gemessen, und auf diese Weise die Menge des am vorhergehenden Tage verdampften Wassers bestimmt. Die Asche und Lösche wurde dann entfernt, die Aschenschlacke, wenn solche zugegen war, getrennt und das Gewicht von jedem ermittelt. Der Russ wurde am Ende des letzttägigen Versuches herausgenommen, und sein Gesammtgewicht notirt, welches durch die Zahl der Versuche getheilt, das Mittelgewicht für jeden einzelnen Tag gab. Proben der Aschen, Lösche und des Russes wurden in Flaschen aufbewahrt, um die Procente von brennbarer Substanz in diesen Rückständen zu bestimmen.

Der Barometerstand wurde täglich ungefähr um 11 Uhr, also ungefähr 2 Stunden nachdem der Dampf das Sicherheitsventil geöffnet hatte, bestimmt.

Methode zur Bestimmung der Menge verbrennbarer Substanz in den Rückständen.

Zu diesem Zwecke wurde die gepulverte Substanz in einem Strom von Sauerstoffgas erhitzt, wobei die organische Substanz grösstentheils als Kohlensäure und Wasser entfernt wurde, und der Verlust als brennbare Substanz in Rechnung gebracht.

Zu diesem Ende wurde ein Stück deutsche (d. i. harte) Glasröhre 0.27 Fuss lang und 0.405 Zoll im Durchmesser an einem Ende zu einer engen Oeffnung ausgezogen, diese dann durch ein Stück Asbest leicht verschlossen, dann erst leer, und noch einmal nach Eintragung einer geringen Quantität der Substanz gewogen. Hierauf wurde es durch ein Stück Glasröhre mit einem Stöpsel an den Hahn eines gewöhnlichen mit Sauerstoff gefüllten Gasometers befestigt.

Zunächst wurde nun eine Lampe unter die Röhre gebracht, und das Pulver darin bis zum anfangenden Rothglühen allmälig erhitzt, hierauf wurde der Hahn geöffnet und ein schwacher Strom von Sauerstoffgas über die erhitzte Masse geführt. Es begann nun die Verbrennung, welche so lange fortgesetzt wurde, bis die organische Masse gänzlich verzehrt war, wobei die Gase aus dem Ende der Röhre entwichen und der Asbest zu gleicher Zeit das mechanische Fortfahren des Pulvers durch den Luftstrom hinderte; der Hahn wurde dann geschlossen und die Röhre abgekühlt. Sie wurde hierauf gewogen, aus dem Gewichtsverluste war es leicht die Procente an brennbarer Substanz, wie sie in den Tabellen aufgeführt ist, zu berechnen.

Es wurde vortheilhaft gefunden, die Asche u. s. w. nicht allzu fein zu pulvern, weil sonst die hohe Temperatur leicht eine Schmelzung einiger der unorganischen Substanzen bewirkte, und durch Abhaltung des Stromes von Sauerstoffgas die vollständige Verbrennung der organischen Substanzen hinderte.

Methode um Wasser von gleichförmiger Temperatur im Kessel zu erhalten.

Beträchtliche Schwierigkeiten machte es in der ersten Zeit der Untersuchung, die mittlere Temperatur des Wassers im Kessel beim Anfang und Ende jedes Versuches zu bestimmen, denn

indem man das Normal-Niveau durch Herablassen von Wasser zum Boden des Kessels durch die Röhre E′ E′ E′ (Tafel II) herstellte, so blieb das kalte Wasser, das specifisch schwerer ist, als das heisse, im untern Theil des Kessels, ohne sich mit jenem, welches darin schon vorhanden war, zu mischen.

Beobachtungen über diese Temperaturdifferenz wurden häufig angestellt, indem man den Stand des Thermometers L ablas, und zu gleicher Zeit ein anderes Thermometer in einen Wasserstrom brachte der beim Hahn X abgelassen wurde, wobei man die Vorsicht gebrauchte, das Wasser erst so lange abfliessen zu lassen, bis die Röhre hinlänglich erhitzt war, um die Temperatur des durchströmenden Wassers nicht mehr wesentlich zu ändern. Auf diese Weise erhielt man einen Temperaturs-Unterschied im Mittel von ungefähr 38°.88 C, wobei eine beträchtliche Differenz in Betreff der im Kessel enthaltenen Gewichtsmenge Wassers entstehen musste. Da nun die Berechnung der Verdampfungskraft sich mit auf diese Gewichtsmenge stützt, so wurde es für wichtig erachtet, die wahre mittlere Temperatur zu bestimmen.

Um diess zu Stande zu bringen, wurde der Mischapparat *P*, *Q*, *R*, *S* (Tafel II) errichtet; er besteht aus der Druckpumpe *P*, durch welche das Wasser vom Grunde des Kessels gehoben werden kann, und indem es der Richtung der Pfeile α, α, α, β, β, β' etc. folgt, durch die offenen Enden der Röhren *T*, *T*, *T* an der obern Seite des Kessels vertheilt wird. In einer zweiten Stellung der Drei- und Vierweg-Hähne *R* und *S* strömt das Wasser aus den Behältern direct zu dem Boden des Kessels, während bei einer dritten Aenderung der Stellung der Hähne *R* und *S* das Wasser aus den Behältern *E*, *F* direct an die obere Seite des Kessels strömen kann, wie diess durch die Pfeile γ, γ, β, β angedeutet ist. Dieser Apparat wurde nach seiner Aufstellung beim Beginn und beim Ende jedes Versuches in Anwendung gebracht, und zwar auf folgende Weise:

Vorausgesetzt am vorhergehenden Tage sei ein Versuch gemacht worden. Das Erste, was am nächsten Morgen geschah, war die Hähne *R*, *S* in die geeignete Lage zu bringen, und dann durch die Pumpe *P* das Wasser vom Grunde des Kessels an seine obere Seite bei *T*, *T*, *T* in der Richtung der Pfeile α, α, β, β, β', β', β' zu pumpen. Diese Operation dauerte gewöhnlich

zehn Minuten, dann wurden die Hähne *R* und *S* in die zweite Lage gebracht, und das Normal-Niveau durch Herablassen von Wasser aus den Behältern in der Richtung der Pfeile γ, γ, β, β, β', β', β' hergestellt, wobei das kalte Wasser, welches aus den Oeffnungen *T*, *T*, *T* ausströmte, indem es dichter war, als jenes, das im Kessel enthalten war, an den Grund sank, dabei jedoch dem warmen Wasser, durch welches es durchgeht, Hitze entzieht, bis das Gleichgewicht hergestellt ist. Die Temperatur wird dann am Thermometer *L* abgelesen, und die Hähne *R* und *S* in die Lage gebracht, dass das Wasser in der Richtung der Pfeile γ, γ, γ an den Grund des Kessels gelangen kann, in welcher Lage dieselben bis zur Beendigung des ganzen Versuches bleiben. Auch ist es nöthig die Hähne *T*, *T*, *T* zu schliessen, um der Condensation von Dampf in dem Apparat vorzubeugen, und alle Verbindung mit dem Kessel abzuschneiden. Auf diese Weise wurde die Temperatur des Wassers in allen Theilen des Kessels vollkommen gleichförmig, denn, indem man nach der Operation in einen aus dem Hahn *X* hervorkommenden Wasserstrom ein Thermometer brachte, so zeigte sich zwischen diesem und dem Thermometer *L* nur selten eine Differenz von 1°.11 C. Diese Operationen wurden jeden Morgen, während der Dauer eines Versuches wiederholt, und eben so auch am vierten Tage, wo die Versuchsreihe beendet war. Die letzte Temperatur braucht man zur Berechnung der Leistung des dritten Tages, während in andern Fällen die Endtemperatur von einem Tag offenbar die Anfangstemperatur des folgenden ist.

Es könnte vielleicht scheinen, dass während der Operation des Pumpens eine beträchtliche Menge Hitze durch Ausstrahlen aus den Röhren *Q Q Q* und *Q Q' Q'* verloren gehen müsse, allein da man alle Vorsicht gebraucht hatte durch Zudecken mit Filz diesem Uebelstande zuvorzukommen, so übte er keinen merkbaren Einfluss auf die Resultate aus.

Der Hahn *X* dient auch zum Ablassen des Wassers, um den Kessel zu reinigen, denn da das Wasser, mit welchem er gespeist wird, im Mittel 5.67 Wiener Gran fixe Bestandtheile in der Wiener Mass enthält, und da täglich 940 bis 1250 Wiener Masse Wassers verdampft wurden, so überzog sich der

Kessel rasch mit einem Rückstande, welcher auf die Versuche einen Einfluss ausübt, und daher oft entfernt werden musste.[1])

Ein anderer Nachtheil, welcher sich während des ersten Theils der Untersuchungen bemerklich machte, entstand aus der Schwierigkeit, die während der Dauer eines Versuches aus den Behältern herabgelassene Wassermenge mit hinreichender Genauigkeit zu bestimmen, so wie aus der Umständlichkeit, die jeden Tag verbrauchte Menge aus der gemachten Messung zu berechnen.

Um diesem zu begegnen, und den Apparat bequemer einzurichten, wurden die Wassermesser *e* und *f*, (Taf. III) an den Behältern angebracht. Dieselben bestehen aus den gebogenen Glasröhren $j' j'$, welche mit den Behältern durch die Hähne $j''' j'''$ verbunden wurden. Sie wurden graduirt, indem man die Behälter mit Wasser von 21°.11 *C* füllte und dieses parthienweise abwog, das Niveau in der Röhre nach jeder Wägung wurde durch einen Diamantstrich bezeichnet.

Bei jeder der auf einander folgenden Wägungen wurden (100 engl. Pf.) 80.99 Wiener Pfunde abgelassen und die Untereintheilung der Skala durch directe Messung bestimmt, weil zwischen diesen Gränzen keine bedeutenden Fehler mehr zu befürchten waren, und da diese Graduirung bei 21°.11 *C* vorgenommen wurde, so ist diese als Normaltemperatur angenommen, und eine Tabelle berechnet, welche in einem andern Theile des Berichtes vorkömmt, mittelst welcher man die in den Wassermessern enthaltenen Angaben zu corrigiren vermag, wenn das Thermometer in den Behältern einen von der Normaltemperatur abweichenden Stand hatte.

---

1) Die Analyse dieses Rückstandes gab folgende Resultate:

Kohlensaurer Kalk	59.75
Schwefelsaurer Kalk	6.00
Phosphorsaurer Kalk	3.0
Kieselsäure	9.75
Eisenoxyd	6.25
Kohlensaure Magnesia	2.00
Thonerde	2.87
Organische Substanz	10.35
Chlor-Alkalien	Spuren
	99.97

J. A. P.

Abtheilung II.

Versuche über die Verdampfungskraft der Kohlen von Professor Wilson und Herrn W. J. Kingsbury.

Museum für ökonomische Geologie.
20. August 1846.

Mein Herr!

Ich erlaube mir, Ihnen mitzutheilen, dass ich übereinstimmend mit Ihrer Anordnung, in District von Südwales war, und alle Schiffahrts-Häfen besucht habe, um mich mit jenen Kohlen, die für Dampfschiffahrtszwecke am meisten gesucht, und am besten geeignet sind, bekannt zu machen, und mir Muster derselben zu verschaffen.

Da die Details meines Berichtes natürlich etwas umfangsreich ausfallen werden, so will ich Ihnen hier nur eine Uebersicht dessen, was ich in der Sache gethan habe, mittheilen.

Ich begann meine Untersuchung in Newport, wo ich einige für Dampfschiffahrtszwecke wohl geeignete Kohlen antraf, die wichtigsten davon sind die Risca Veins, die Porthmawr, Cwm Brane, Tredegar Company's, die Duffryn, die Varleg und andere. Ich ging dann nach Cardiff, wo ich die Yniscynon, Merthyr und Blaengwawr, die einzigen als Dampfschiffahrtskohlen benützten, vorfand, aber es gibt dort andere Kohlen, welche als verkokbare Kohlen von erster Qualität im hohen Rufe stehen, und welche, wie ich dachte, mit grossem Vortheile zu unseren Untersuchungen aufgenommen werden könnten. In Porth Cawl, den nächsten Hafenplatz werden gegenwärtig nur 2 Sorten verschifft, die Bryn-ddu und die Bethvos, beide von vorzüglicher Qualität, die erste ist bituminös. In Tailbach und Port Talbot sind die Rock Vawr Vein des Herrn Vivian und 2 andere, die dem Gouverneur und der Kupferminen-Gesellschaft gehören, die einzigen bemerkenswerthen. Zwei Kohlenarten werden in Briton Ferry verschifft, doch eignen sie sich nicht für Dampfschifffahrtszwecke.

In Neath fand ich einige Kohlen, die für Dampfschiffe verkauft werden, so die Bryndowy-Pwllfaron, Tyr Edemed, Ab-

bey Graigola, Resolven, welche ich mit noch einigen andern als am besten geeignet, für die Zwecke dieser Untersuchung gewählt habe. Auch in Swansea fand ich einige flammbare (free burning) Kohlen, unter welchen ich die Forest Graigola, die Pentrepoth, die der Graigola Gesellschaft und der Colebrook Dale Gesellschaft, mit einigen andern, die als Dampfschifffahrtskohlen einen guten Ruf geniessen, auswählte.

Der Endpunkt meines Ausfluges war Llanelly, wo ich auch einige für unseren Zweck geeignete Kohlen antraf, und zugleich einige Muster von jenen Kohlen aussuchte, die man, weil sie zu anthrazitisch sind, gewöhnlich als ungeeignet für die Dampfschiffahrt betrachtet, flammbare Kohlen sind: Die Llangenech, die Binea, Oldcastle Vein, Ward's - Vein und Webb's; anthrazitische: die aus den Gilly-, Ceidrim- und Garnant-Gruben, ich denke diese letzten Muster werden für unsere Zwecke hinreichen, aber sehr wünschenswerth, glaube ich, wäre es, auch Muster aus den entfernteren Lagern, die in Pembrocke ausgebeutet werden, zu erlangen. Wir werden dann in der Lage sein, den relativen Charakter der 4 verschiedenen Arten von Kohlen des Beckens von Wales, nämlich, der bituminösen, der Uebergangs oder flammbaren, der anthrazitischen Kohle und des reinen Anthrazites zu bestimmen.

Während meiner ganzen Bereisung fand ich sowohl von Seite der Eigenthümer als ihrer Agenten, die grösste Bereitwilligkeit, mir Belehrung angedeihen zu lassen, und den lebhaften Wunsch, bei unserer Untersuchung mitzuwirken, denn Jedermann erkannte leicht die grosse Wichtigkeit derselben für alle bei unserem Kohlenhandel betheiligten Parteien. Der Weg, den ich befolgte, war, mich mit den Eigenthümern der Kohlen-Gruben bekannt zu machen, ihnen die Art unserer Untersuchung auseinander zu setzen und sie einzuladen, uns mit ausgewählten Mustern ihrer Kohlen zu versehen, ich fügte gewisse Bedingungen hinzu, die ich zu machen für räthlich hielt, und welche überall vollständig erfüllt wurden.

Meinen Aufenthalt in Süd-Wales kürzte ich, so viel wie möglich, ab, da ich schnell zurück zu kehren wünschte, um den Kessel aufzustellen und den ganzen Apparat in gehörige Ordnung bringen zu können. Sollte es wünschenswerth erschei-

nen, die Untersuchungen auch auf die verschiedenartige Anwendung der Kohle in der Metallurgie und den andern Manufactur-Zweigen auszudehnen, so könnte ich dann mehr Zeit auf eine Untersuchungsreise verwenden, und mir auch von jenen Kohlen Muster verschaffen, welche, wenn sie auch ganz für die Dampfschiffahrt geeignet sind, doch localer Nachtheile wegen ihren Weg noch nicht zum Markte gefunden haben.

Ich bin überzeugt, dass man noch manche ähnliche Sorte antreffen wird, ich habe

u. s. w.

Herrn H. T. De la Beche
in London.

J. Wilson.

Pentrefelin-Kohle.

Ich bestätige hiermit, dass die 4 Kisten bezeichnet mit P. V. Nr. 1 ein gutes Muster der Pentrefelin-Kohle enthalten, welche eigens zum Gebrauche der „Admiralty Coals Investigation" gegraben wurden.

J. E. Morrice,
Agent für die Swansea Kohlen-Gesellschaft.

Diese Kohle bricht in der Nähe des Dorfes Llangevelach in der Pfarrei gleichen Namens, ist allgemein bekannt unter dem Namen des Clyndie oder 5 Fuss Lagers (Vein) und wird in einer Tiefe von ungefähr 257 Fuss unter der Oberfläche gewonnen. Das Lager ist ungefähr 4.5 Fuss mächtig, und durchaus regelmässig. Die darunter liegende Schichte besteht aus einer weichen Masse, welche auch in einer Mächtigkeit von 4.82 Fuss über der Kohle sich befindet. Höher hinauf folgt eine mächtige Masse von hartem Sandstein. Das Fallen des Lagers beträgt 0.244 Fuss auf 3 Wiener Fuss in der Richtung 13° *S. W.* Es ist eine flammbare Kohle, und dieselbe wird hauptsächlich in den Kupferschmelzwerken in Swansea gebraucht. Der Preis im Ganzen für die Kupferwerke beträgt 20 fl. 8 kr. C. M. für 19957.8 Wiener Pfund, also ungefähr 1 fl. 50 kr. C. M. für 1814·3 Wiener Pfund. Für die Schiffe als Kohlenklein (Culm) ist der gegenwärtige Preis 2 fl. 13 kr. C. M. Die Kohle liegt ziemlich weit nach Norden, gegen den Steinkohlendistrict zu. Sie gibt sehr guten Grus zum Kalkbrennen. Die übersendete Kohle war sehr locker gepackt, und zerfiel, weil sie sehr weich ist, in kleine Stücke, theilweise selbst zu einem

groben Pulver. Sie hat eine undeutlich fasrige Structur, mit zahlreichen horizontalen Lagen von schaaliger Beschaffenheit, dann auch von einer weichen, dunkel gefärbten zerreiblichen Substanz, die sich hauptsächlich in der Richtung der Schichtung findet. Ein grosser Theil der Kohle besteht aus rechteckigen Stücken, welche in glatten, nicht aber ebenen glänzenden Flächen brechen. Es ist übrigens eine gut aussehende Kohle, die nur wenig Eisenkies und weisse Substanz enthält.

Während der Versuche bemerkten wir, dass es wegen der sehr kleinen Kohlenstücke mit grosser Schwierigkeit verbunden war, das Feuer anzumachen und Dampf bis zur Oeffnung des Ventils zu entwickeln. Ohne Zweifel übte dieselbe Ursache ihren Einfluss auf die ganze Untersuchung aus, denn die erhaltene Leistung war im Vergleiche mit den anderen Kohlen sehr gering. Beim Aufbrennen des Feuers bemerkte man ein deutlich zischendes Geräusch, und wenn man die Feuerthür öffnete, so wurden eine grosse Anzahl entzündeter Theilchen von glänzend funkelndem Ansehen über die Feuerbrücke in die Esse geführt. Als man das Feuer ausgehen liess, fiel eine bedeutende Menge unverbrannter Kohle durch den Rost, und warf man diese wieder auf, so wurde dadurch die Schwierigkeit, ein gutes Feuer zu erhalten nur vermehrt; die Menge der zurückgelassenen Lösche und Asche war daher sehr gross.

Duffryn-Kohle.

Ich bestätige hiermit, dass die am Rande dieses Zeugnisses verzeichneten Kisten mit Kohle, ein gutes Muster der zur Dampferzeugung geeigneten Duffryn-Kohlen (steam coals) enthalten, welche eigens zum Gebrauche des Admiralty-Coals-Investigation gegraben wurden.

R. K. Jones,
Agent.

Die Duffryn-Dampferzeugungskohle wird die 4 Fuss Lager-Kohle genannt und bricht in dem Thale von Aberdare unweit Merthyr in der Grafschaft Glamorgan. Die Tiefe der Grube ist 277.68 Fuss, und die Mächtigkeit des Lagers (durchschnittlich) bei 5.78 Fuss. Beim Abbau wird das Kohlenklein wie der Ausschuss zurückgelassen, und die grossen Stücke werden auf Wagen, die beiläufig eine Tonne (1814.3 W. Pf.) halten, geladen und zu Tage gefördert. Das Hangende ist

festes Gestein, das Liegende feuerfester Thon und Gestein. Das Fallen des Lagers verhält sich wie 1 zu 9 oder 0.333 Fuss auf 3 Fuss und hat das Ausgehende gegen Nord. Die Kohle wird als eine flammbare *(free-burning)* geschildert, und ihre Hauptmärkte sind London, Liverpool, Southampton, Dublin und Plymouth. Die Entfernung des Kohlenwerkes von Cardiff dem Verladungshafen beträgt beiläufig 6 Meilen, und dahin besteht eine doppelte Verfrachtung sowohl durch eine Eisenbahn als einen Canal. In dem Bericht ist kein Preiscourant angegeben, sondern nur gesagt, „dass die Kohle häufig im Vertrage mit der Regierung zur Dampferzeugung nach West-Indien verschifft, somit nach dem mittelländischen Meere und nach Amerika versendet wurde und gute Dienste geleistet hat."

Diese Kohle ist von ziemlich weicher Art, leicht zerbrechend in kleine Stücke mit glänzender Bruchfläche, welcher Glanz jedoch öfter durch die vorkommende Unregelmässigkeit der Structur verdunkelt wird. Sie enthält eine beträchtliche Menge eines weissen Körpers, aber Eisenkies wurde nicht beobachtet. Einige Stücke der Kohlen, an denen man das Gefüge deutlich sehen kann, zeigen Streifen von fasriger Structur senkrecht auf die Lagerungs- oder Schichtungsebene. Zahlreiche sehr dünne Lagen einer schwach bräunlichen Substanz sind längs der Schichtungsebene sichtbar. Unsere Beobachtungen während der Versuche thun dar, dass sich die Kohle sehr leicht entzündet und flammbar ist, wobei sich der Dampf sehr rasch entwickelt. Sie macht eine auffallend reine Flamme ohne Rauch und zertheilt sich gut am Roste ohne zusammenzubacken. Es bildet sich keine Aschenschlacke. Die zurückgebliebene Asche war rein und von weisser Farbe.

Oldcastle Fiery Vein.

Ich John Gibson, Agent der Herren Sims, Willyams, Neville, Druce und Comp., bestätige, dass die Kisten 1 und 2 an John Wilson Esq. adressirt, ein gutes Muster von der *Oldcastle Fiery Vein* ausgesuchten (*hand-picket*) Kohlen enthalten, welche eigens zum Gebrauche der „*Admiralty Coals Investigation*" gegraben wurden.

Diese Kohle bricht nahe an der See, innerhalb 0.2 Meile von der Stadt Llanelly und wird in einer Tiefe von ungefähr 323.97

Fuss unter der Oberfläche gewonnen. Das Lager ist 2.41 Fuss mächtig und durchaus sehr regelmässig. Die darüber liegende Schichte ist hartes Gestein und die darunter liegende feuerfester Thon. Das Fallen des Lagers beträgt 0.333—0.416 Fuss auf 3 Fuss in einer nördlichen und südlichen Richtung, während die Schichtung gegen Ost und West streicht. Die Kohle ist bituminöser Art und wird durchschnittlich in Mittelgrösse *(half large)* gefördert. Die Kohlengrube liegt beiläufig 0.25 Meile vom Verladungshafen *(Llanelly)* entfernt. Der gegenwärtige Marktpreis ist ungefähr 3 fl. 10 kr. C. M. für die Tonne (1814.3 W. Pf.) wie sie gefördert wird, und 4 fl. 25 kr. C. M. für die Tonne ausgesuchter Kohle.

England, Irland und Frankreich bilden die Hauptmärkte für diese Kohle.

Das Muster dieser Kohle hat ein matt glänzendes Aussehen ähnlich dem des Graphits. Es ist eine etwas weiche Kohle mit unvollkommen fasrigem Gefüge, welches auf die Schichtungsebene beiläufig unter 50° geneigt ist, und enthält sehr wenig Eisenkies oder weisse Substanz. Sie zerbricht leicht in Stücke von flacher Oberfläche mit unregelmässigen Ecken.

Während des Versuches bemerkten wir, dass, sobald das Feuer aufloderte und eine hohe Temperatur erreicht war, eine Reihe von mehr oder minder lauten Verpuffungen den Tag hindurch gehört wurde; diese waren häufiger wenn frische Kohlen geschürt wurden, und nahmen im Verhältnisse sowohl an Stärke als an Zahl ab, als die Kohle verzehrt wurde. Das Feuer war leicht angemacht, brannte gut und gab wenig Rauch oder Rückstand. Im Feuer schwillt die Kohle allmälig an, zertheilt sich gut und backt gerade genug zusammen um die kleinen Stücke zusammenzuhalten ohne den Luftzug durch den Rost zu verlegen.

Ward's Fiery Vein.

Ich John Gibson, Agent der Herren Sims, Willyams, Neville, Druce und Comp., bestätige hiermit, dass die Kisten Nr. 3 und 4 an John Wilson Esq. adressirt, ein gutes Muster von der ausgesuchten *Ward's Fiery Vein* Kohlen enthalten, welche eigens zum Gebrauche der „*Admiralty Coals Investigation*" gegraben wurden.

Diese Kohlengrube ist beiläufig 0.4 Meilen von der Stadt Llanelly und 0.6 Meilen von Laughor entfernt. Das Lager ist 4.821 Fuss mächtig, sehr regelmässig und wird in einer Tiefe von 410.66 Fuss unter der Oberfläche bearbeitet. Es streicht gegen Ost und West und steigt gegen Nord und Süd. Das Sohlgestein ist weich, der First ist blauer Schieferthon (*shaly blue stone*) mit etwas Eisenstein gemengt.

Sie hat die Eigenschaft einer flammbaren Kohle und bricht sehr gross. Die Grube ist beiläufig 0.5 Meilen vom Hafen von Llanelly entfernt. Der gegenwärtige Marktpreis ist 3 fl. 5 kr. C. M. für die Tonne (1814.3 W. Pf.) wie sie gefördert wird und 4 fl. 25 kr. C. M. für die Tonne ausgesuchter Kohle. Die vorzüglichsten Märkte sind in England.

Es ist eine weiche Kohle von glänzendem Aussehen mit deutlich fasriger Structur, die Richtung derselben neigt sich gegen die Schichtungsebenen und geht unter einem Winkel von 45° quer durch dieselben; sie scheint sich sehr zu zerbröckeln. Ganz wenig Eisenkies oder weisse Substanz war in dem uns eingesendeten Muster sichtbar.

Unsere Beobachtungen während der Versuche sind, dass das Feuer leicht angemacht war, und dass während der ganzen Dauer der Versuche, im Feuer deutlich ein zischendes Geräusch vernommen wurde, ähnlich dem, welches durch das Hineinwerfen befeuchteter Lösche oder Kohlen hervorgebracht wird. Die Menge (proportion) der Aschenschlacke war besonders gross und von röthlicher Farbe, viel Schieferthon enthaltend.

Binea Kohle.

Diese Kohle wurde in einer früheren Periode der Investigation nach London befördert, bevor noch der Plan der Untersuchung geordnet war, daher wurde auch keine Bescheinigung ihrer Beschaffenheit ausgefertigt.

Die Kohle bricht in Binea Farm unweit Laughor Bridge in der Grafschaft Glamorgan und ist bekannt als Binea oder Laughor Fiery Vein. Sie wird durch die gewöhnlichen Keilhauen ohne Pulver in einer Tiefe von beiläufig 231.4 Fuss unter der Oberfläche gewonnen. Die durchschnittliche Mächtigkeit ist bei

3.856 Fuss und das Lager verläuft sehr regelmässig zwischen hartem blauen Gestein *(blue stone)* liegend. Es ist nur schwach geneigt, die Kohle wird als eine flammbare bezeichnet, und scheint für Locomotive und Schiffs-Maschinen auf den benachbarten Häfen und Eisenbahnen gebraucht zu werden, auch werden in Irland grosse Mengen verkauft. Der Marktpreis für die grossen Stücke ist pr. Tonne (1814.3 W. Pf.) 4 fl. 54 kr. C. M., für die gemischte und kleine Kohle 3 fl. 54 kr. C. M. Die Kohlengrube ist beiläufig 0.7 Meilen vom Hafen von Llanelly entfernt. Das Muster der übersendeten Kohle hatte ein glänzendes Aussehen mit einigen deutlich fasrigen Oberflächen, während andere sehr unregelmässig waren, offenbar aus rechtwinkligen Massen gebildet und durch zahlreiche dünne Lagen von schieferthonartigem Gestein getrennt. Es ist eine weiche Kohle, die nur eine sehr geringe Menge von Eisenkies und weisser Substanz enthält. Die Oberflächen der Schichten sind deutlich angezeigt und durchschnittlich 0.75 Zoll von einander entfernt. Die Richtungen *(the lines)* des fasrigen Gefüges haben beiläufig eine Neigung von 45° auf die Oberfläche der Schichten. Die während der Versuche gemachten Beobachtungen sind bloss, dass sowohl die rückgebliebene Lösche als die Asche von röthlicher Farbe waren und einen guten Antheil (Proportion) von schieferthonartigem Gestein enthielten, welches beim Hinwegräumen in feines Pulver zerfiel. Es fand sich keine Aschenschlacke weder am Rost noch im Aschenfall.

Llangennech Kohle.

Das Muster von diesen Kohlen wurde der Investigation durch die Herren Neville von Llanelly übermacht, und wurde genau derselben Behandlung unterzogen als diejenigen, welche entweder durch jene Herren oder durch andere Eigenthümer überschickt wurden. Mein Gesuch an die Eigenthümer dieser Kohlengrube um die gewöhnlichen einzelnen Angaben wurde dennoch nicht beachtet, und ich bin daher ausser Stand dieselben in diesem Berichte einzuschliessen. *J. W.*

Diese Kohlen haben ein ziemlich mattes Aussehen, eine fast gänzlich fasrige Structur, sind weich und enthalten geringe Mengen von Eisenkies, so wie nur wenig weisse Substanz. Ihr Bruch ist sehr unregelmässig und die natürliche Weichheit der Kohlen

macht, dass sie leicht zu Pulver werden (wahrscheinlich ist diess die Ursache ihres matten Aussehens). Sie scheinen eine grosse Anlage zu haben in schiefwinklige Stücke zu zerbrechen. Der Bruch quer über die fasrige Structur gleicht dem des Antimons, nur ist das Korn viel gröber. Kleine dünne Blättchen von schieferthonartigem Gestein kommen hie und da vor, aber im Ganzen nur in sehr geringem Maasse.

Die während der Versuche gemachten Beobachtungen sind, dass die Asche, Lösche und Aschenschlacke von röthlicher Farbe waren, und viel weisse und schieferthonartige (shaly) Substanz enthielten, die Aschenschlacke war sehr spärlich (thin), und wenn sie vom Roste entfernt und ins Feuer geworfen wurde, so wurde sie abermals mit einiger Schwierigkeit durchgebrannt. Beim Behandeln des weissen Körpers der Aschenschlacke mit Salzsäure entwickelte sich ein starker Geruch vom Schwefelwasserstoffgas. Die Kohlen brannten sehr gerne auf einem gewöhnlichen Kaminroste mit Rücklassung einer licht gefärbten Asche.

Mynydd Newydd.

Ich bestätige hiermit, dass die 2 Kisten bezeichnet mit M N, Nr. 3 ein gutes Muster von der Mynydd Newydd Kohle enthalten, welche eigens zum Gebrauche der Admiralty Coals Investigation gegraben wurden.

Morrice,

Agent der Swansea Coal Compagny.

Diese Kohle ist allgemein bekannt unter dem Namen der Penyfilia oder 5 Fuss Lager-Kohle und bricht bei Cadley in dem Kirchspiele von Llangavelach. Das Lager wechselt in der Mächtigkeit von 4.82 bis 6.748 Fuss und wird in einer Tiefe von 294.98 Fuss unter der Oberfläche abgebaut. Die darunter liegende Schichte ist 46.3 Fuss eines weichen Gesteines *(soft cliff roof)* mit Sandstein oben. Die Neigung des Lagers beträgt 0.25 Fuss auf 3 Fuss, und streicht 60° Südwest.

Die Kohle ist sehr bituminöser Art und wird meistentheils für Haushaltungen gebraucht und auch in den Kupferschmelzhütten zu Swansea, wo ihr Marktpreis beiläufig 2 fl. 42 kr. für die kleine und 3 fl. 41 kr. pr. Tonne (1814.3 Wiener Pfund) für die gereuterte und Schiffkohle ist. Sie wird

im Haushalt sehr geschätzt, indem man sie für ganz frei von Schwefel hält.

Das uns zu den Versuchen eingesendete Muster war von kleiner Beschaffenheit, in der es schlecht verpackt und an verschiedenen Orten herumgewälzt wurde. Es schien jedoch, dass es eine ziemlich harte Kohle sei von dichter Structur mit unregelmässigem Bruche. Die Masse schien aus etwas abgerundeten Oberflächen gebildet zu sein mit einer feinen (fine) fasrigen Structur, deren Querdurchschnitt ein buntes *(finely mottled)* Aussehen darbot. Die braune fasrige Substanz, welche so häufig untermischt war, fand sich in kleinen Partien, aber kein Eisenkies oder weisse Masse war wahrzunehmen.

Die Beobachtungen bei den Versuchen waren, dass die Kohlen — was von ihrem zerbröckelten Zustande herrührt — alsogleich im Feuer zusammenbackten, während sie viel Rauch entwickelten, und die Erzeugung des Dampfes verzögerten. Beim Schüren des Feuers fielen viel unverbrannte Kohlen durch den Rost und kamen in den Aschenfall. Die Menge von Lösche, Aschenschlacke und Asche war sehr beträchtlich.

Three-Quarter Rock Vein.

Ich bestätige hiermit, dass die 3 Kisten mit T. Q. R. V. S. bezeichnet, ein gutes Muster von der Three-Quarter Rock Vein zur Dampferzeugung geeigneter Kohlen enthalten, welche eigens zum Gebrauche der Admiralty Coals Investigation gegraben wurden. *Thomas Black.*

Diese Kohle ist bekannt als Three-quarter Vein und bricht nahe an dem Varteg Iron Company's Werken. Sie kommt in einer Tiefe von 202.4 bis 231.4 Fuss unter der Oberfläche vor, das Lager verläuft in einer Mächtigkeit von 3.85 bis 4.82 Fuss und wird durch den Pfeilerbau *(stalls and pillars)* abgebaut. Das Hangende und Liegende sind Clunch Kohle, Eisenstein, Balt, (balt) Thon, fester Stein und Eisenstein. Das Fallen beträgt 0.268 Fuss auf 3 Fuss in westlicher Richtung. Die Kohle ist eine flammbare mit einer reinen weissen Asche, enthält etwas Schwefel und bricht in grossen Stücken. Die Grube ist beiläufig 4 Meilen vom Verladungshafen (Newport) entfernt, und ihre Hauptmärkte sind Ost- und Westindien,

Brasilien, Afrika und die Häfen im mittelländischen Meere. Der gegenwärtige Marktpreis ist 4 fl. 40 kr. pr. Tonne (1814.3 Wiener Pfund).

Diese Kohle hat ein mattes Aussehen und ist fester dichter Art, sich leicht spaltend längs der Schichtung, welche häufig durch Lagen von einer weichen braunen Substanz unterbrochen ist. Sie zerbricht sehr unregelmässig, die Stücke sind klein, von würfelähnlicher Gestalt mit flachen Oberflächen. Die Klüftungen (joints) erscheinen unter einem rechten Winkel zur Schichtungsebene und enthalten grosse Mengen von Eisenkies und eine weisse Substanz von hartem halb-krystallinischen Aussehen, welche, als sie untersucht wurde, ergab, dass sie hauptsächlich aus Kieselsäure mit Kalk, Magnesia und Spuren von Schwefel bestehe. Die Masse der Kohle ist zusammengesetzt aus dünnen Kohlenschichten, welche mit Schichten von Schieferthon abwechseln. Das Muster schien, als es bei uns in Empfang genommen wurde, dem Regen ausgesetzt gewesen zu sein, da die Kohle in sehr nassem Zustande war.

Unsere Beobachtungen während der Versuche waren, dass das Feuer leicht (freely) angemacht war, aber einen starken Zug erforderte, anfangs viel dichten Rauch entwickelnd, welcher, als das Feuer im Verlaufe des Tages fortbrannte, eine röthlich braune Farbe annahm. Sie buck häufig zusammen und verkokte leicht an der Vorwärmplatte, viel russige Masse setzte sich am Rande derselben ab, und hängte sich auch in dünnen Lagen an den obern Theil (top) des Rostes. Die abgefallene Lösche und Asche brannten lebhaft. Die Masse der Rückstände, Asche, Lösche, Aschenschlacke und Russ war ziemlich gross. In einem gewöhnlichen Kaminroste verbrennt sie gut, eine licht gefärbte Asche zurücklassend.

Graigola Kohle.

Keine Bescheinigung, die Kohle wurde am Anfange der Untersuchung eingesendet. *J. W.*

Diese Kohle ist bekannt als Graigola Kohle und bricht bei Graigola an der Ostseite des Flusses Tawe beiläufig 1.5 Meilen von Swansea im Dorfe Ynisymond, Pfarre Cadoxton-juxta-Neath.

Beim Abbau wird wenig vorgegeben *(it is worked by short work)*, der untere Theil der Kohle wird herausgenommen, um so viel als möglich grosse Kohlen zu erhalten.

Die Lager werden horizontal abgebaut, und sind beiläufig 5.54 Fuss mächtig, auch sehr regelmässig verlaufend, sowohl das Hängende als Liegende ist harter und fester Sandstein. Die Neigung ist beiläufig 0.25 Fuss auf 3 Fuss oder 1 : 12 mit einem Steigen gegen Nord. Die Kohle wird als eine flammbare geschildert mit wenig Rauch oder Schwefel.

Der Marktpreis ist 4 fl. 55 kr. die Tonne (1814.3 W. Pf.) für die grosse ausgesuchte Sorte, das Klein steht zu 1 fl. 43 kr. pr. Tonne. Die Hauptmärkte sind London, das mittelländische Meer, Afrika, Jamaica und verschiedene Stapelplätze sowohl in als ausser Landes. Die Kohle scheint zum Verkoken in offenen Gruben verwendet zu werden, und ist, wenn sie mit bituminöser Kohle gemengt wird, zum Schmelzen u. s. w. sehr geeignet.

Die Kohle ist weich, von ziemlich glänzendem Aussehen und deutlich fasriger Structur, die Linien sind häufig so geneigt, dass sie kegelförmige Massen bilden, im Allgemeinen beträgt ihre Neigung auf die Schichtungsebene beiläufig 45°. Unregelmässige Flecken einer weichen braunen Substanz sieht man hauptsächlich längs der Lagerungsrichtung mit dünnen Schichten von schieferthonartigem Gestein. In dem übersendeten Muster wurde kein Eisenkies beobachtet, und nur eine ganz kleine Menge einer weissen Masse in den Klüften.

Unsere Beobachtungen während der Versuche waren, dass das Feuer leicht angemacht wurde und gut brannte, obwohl wir anfangs einige Sorge hatten in Anbetracht der kleinen Kohlenstücke. Die Kohlen waren sehr schlecht verpackt, und da sie einige an einen andern Ort gestellt wurden, verursachte ihre natürliche Weichheit das Zerfallen in sehr kleine Stücke. Im Feuer zertheilt sich die Kohle gut (opens out well), aber sie ist geneigt, sich in kleine Stücke zu zertheilen, welche auf den Rost fallen, den Luftzug hemmen, und wenn man sie entfernen will, in den Aschenfall durchgleiten. Es schien am besten, Stücke von mässiger Grösse anzuwenden und sie ohne viel zu schüren im Feuer zu lassen. Die Asche, Lösche und Aschenschlacke

waren in beträchtlicher Menge als sehr kleine Stückchen und von röthlicher Farbe; die Aschenschlacke war vermengt mit Schlacke und einer zerreiblichen schmutzigen Substanz. Auf einem gewöhnlichen Rost brannte sie gut, nur ganz wenig Asche zurücklassend.

Park End Kohle, Lydney.

Ich bestätige hiermit, dass die 10 Kisten und Büchsen mit Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 bezeichnet, ein gutes Muster von den besten Park End-Kohlen enthalten, welche eigens zum Gebrauche der Admiralty Coals Investigation gegraben wurden.

Thomas Nicholson,
gegenwärtiger Pächter der
Park End-Kohlengrube.

Diese Kohle ist bekannt als die Park End High Delf oder Lowry Vein und bricht zu Park End unweit Lydney im Walde von Dean. Das Lager ist im Allgemeinen regelmässig und beiläufig 2.892 Fuss mächtig, beim Abbau gibt man viel vor *(and is worked long work)* so wie in den wenig mächtigen Lagern der Staffordshire-Kohlengegend. Das Hangende und Liegende ist gewöhnlicher Schieferthon. Das Fallen wechselt von 0.5 bis 2 Fuss auf 3 Fuss oder von 1 zu 6 bis 2 zu 3. Die Kohle wird als eine flammbare von grosser Härte *(strength)* und eine anhaltende Hitze gebend *(durability)* geschildert. Die Entfernung vom Verladungshafen Lydney beträgt gegen 1.3 Meilen. Der Marktpreis ist im Sommer 4 fl. 55 kr. für die Tonne (1814.3 W. Pf.), im Winter 5 fl. 36 kr. frei an Bord geliefert, die Hauptmärkte sind in Irland, Cornwall, Cheltenham und in den Manufacturdistricten von Gloucestershire und Bridgewater.

Die an die Investigation übermachte Kohle hatte eine sehr harte und dichte Structur mit reinem und glänzendem Bruche, und enthielt in jeder Kluft, selbst wenn sie in die kleinsten Stücke zerbrochen wurde, Eisenkies in sehr grosser Menge. Auch enthielt sie in beträchtlichem Maasse die weisse Substanz, welche in vielen andern Mustern der uns eingesandten Kohlen gefunden wurde. Die Lagerung war sehr regelmässig und deutlich angezeigt, und längs der Schichtungsebene war die Kohle genau geschieden. Die Klüftungen (jointings) waren rechtwink-

lig auf die Lagerungsebene, wo wir gewöhnlich dünne Lager einer braunen weichen seidenartigen Substanz, ähnlich der in andern Mustern vorfanden.

Wir beobachteten während der Versuche, dass die Kohlen leicht anbrannten, aber dass sie ein düsteres *(dirty)* rauchiges Feuer erzeugten, welches bei dem gewöhnlichen Zuge ungeheure Massen von dicken Rauch an der Mündung des Schornsteins erscheinen machte. Wurde der Zug vermehrt, so wurde das Feuer reiner, aber dann riss der rasch abziehende Rauch *(rush of smoke)* den Flatterruss von der Esse und dem Schornstein ab und führte ihn in grossen Flocken von der Mündung des Schornsteins weg. Wurde der Zug vermindert, so wollte das Feuer schwer brennen und beim Oeffnen der Feuerthüren war der ganze Raum sogleich mit lockerer Asche und dem aus dem Feuer getriebenen Rauche erfüllt. Die Lösche, Asche und Aschenschlacke waren leicht vom Gewichte und rein, die Aschenschlacke enthielt viel Schlacke, wovon einige ganz verglast war. Ein deutlicher Geruch nach Schwefelwasserstoffgas wurde wahrgenommen, wenn das Oeffnen der Feuerthüren verursachte, dass der Rauch in das Kesselhaus getrieben wurde.

Pentrepoth Kohle.

Ich bestätige hiermit, dass die 3 Kisten mit Nr. 2 bezeichnet, ein gutes Muster der Pentrepoth-Kohlen enthalten, welche eigens zum Gebrauche der Admiralty Coals Investigation gegraben wurden. *J. E. Morrice*,

Agent der Swansea Coal Company.

Diese Kohle heisst allgemein die 4 Fuss oder Church Pit Vein Kohle und bricht bei Morriston in der Pfarrei Llangavelach. Das Lager läuft beiläufig 3.856 Fuss mächtig, ist aber sehr unregelmässig und wird in einer Tiefe von beiläufig 63.62 Fuss von der Oberfläche abgebaut. Das Liegende ist weiches Gestein *(soft cliff)*, das Hangende hartes Gestein. Das Fallen beträgt 0.5 Fuss auf 3 Fuss, oder 1:6 in nördlicher Richtung. Die Kohle wird als eine flammbare *(free-burning)* angeführt, und der Marktpreis bei den Kupferwerken in Swansea, wo sie allein verbraucht zu werden scheint, ist beiläufig 21 fl. 36 kr. für 11 Tonnen oder 1 fl. 58 kr. für die Tonne (1814.3 Wie-

ner Pfund). Die Entfernung der Kohlengrube vom Hafen ist beiläufig 1 Meile.

Das eingesendete Muster schien schlecht verpackt worden zu sein, da die Kohle, indem sie weich ist, in sehr kleine Stücke zerbrochen war. Es schien, dass sie eine glänzende fasrige Structur habe, aber nicht so deutlich, wie viele andere uns zur Untersuchung eingesendete Sorten, indess war dennoch die eigenthümliche kegelförmige Gestalt gut bemerkbar. Die Kohle war sehr weicher Art, enthaltend dünne Blättchen einer sehr glänzenden Kohle, welche etwas fester in der Structur war. In der Schichtung fand sich eine dunkelbraune weiche Substanz, aber sonst war die Masse der Kohle sehr rein und frei sowohl von Eisenkies als der weissen Substanz, die so häufig mit vorkommen.

Unsere Beobachtungen während der Versuche waren, dass die Pentrepoth-Kohle mit grosser Schwierigkeit brannte, wenn nicht ein starkes *(deep)* Feuer angemacht und die Nachfüllung *(charge)* fortwährend auf den obern Theil des Feuers in sehr kleinen Mengen auf Einmal geworfen wird. Es entwickelte sich wenig oder gar kein Rauch, und eine sehr hohe örtliche (local) Temperatur wurde bei der Verbrennung der grossen Kohlenmenge an dem Rost erzeugt. Dasselbe Funkensprühen wie bei der Pentrefelin - Kohle wurde während des Versuches wahrgenommen, und dasselbe zischende Geräusch während des Verbrennens. Zum Unterzünden war mehr Holz nöthig als gewöhnlich. Die Asche, Lösche und Russ waren ebenfalls in grosser Menge, obwohl viel von dem letzteren während des Zusammenscharrens aus der Esse geblasen wurde.

Cwm Frood Rock Vein.

Ich bestätige hiermit, dass die 3 Kisten, mit C. R. V. S. bezeichnet, ein gutes Muster der Cwm Frood Rock Vein Dampferzeugungs-Kohlen enthalten, welche eigens zum Gebrauche der Admiralty Coals Investigation gegraben wurden. *Thomas Black.*

Diese Kohle bricht bei Cwm Frood, nahe den Werken der Varteg Iron Company. Das Lager läuft in einer Mächtigkeit von 4.82 bis 5.78 Fuss, ist sehr regelmässig und wird in einer Tiefe von 260.2 bis 289.2 Fuss unter der Oberfläche durch den Pfeilerbau *(stalls and pillars)* abgebaut. Die Schichten, zwi-

schen denen es liegt, sind Clunch-Kohle, Eisenstein, thonige Kohle *(clay-coal)*, feuerfester Thon und festes Gestein *(rock)*. Das Fallen beträgt beiläufig 0.265 Fuss auf 3 Fuss und ist westlicher Richtung. Die Kohlengrube ist beiläufig 3.6 Meilen von Newport, dem Hafen, zu dem sie verschifft wird, entfernt. Die Hauptmärkte sind Brasilien, Ost- und West-Indien und die königl. Magazine, wo sie seit beiläufig 4 Jahren zugelassen wird. Der Marktpreis ist 4 fl. 38 kr. für die Tonne (1814.3 W. Pf.). Im Allgemeinen ist das Aussehen dieser Kohle matt, mit schillernden Blättchen von Eisenkies und undurchsichtigen weissen Blättchen auf der Oberfläche. In den Schichtungs- oder Lagerungsebenen wurde eine dunkelbraune Substanz von weicher staubiger Beschaffenheit, kleine weisse Theilchen enthaltend, in einiger Menge wahrgenommen. Die Kohle war von viel härterem Gefüge als die meisten andern, die wir vom Süd-Wales Becken haben und hatte einen sehr unregelmässigen Bruch, obwohl mit einer grossen Neigung sich in kleine rechtwinklige Stücke zu theilen. Sie schien gebildet aus Lagen von schieferthonartigem Gestein, abwechselnd mit dünnen Schichten von Glanzkohle, und leicht, obwohl unregelmässig gespalten längs der Schichtungsebenen. Grosse Mengen sowohl von Eisenkies als weisser Substanz fanden sich, hauptsächlich in den Klüften (jointings) zeigend, durch die ganze Masse verbreitet.

Unsere Beobachtungen während der Versuche waren bloss, dass das Feuer düster *(dirty)* und rauchig sich zeigte, dass zeitweilig grosse Mengen Rauch im Schornsteine gesehen wurden und dass eine grosse Menge Russ von sehr dunkler Farbe und sehr geringem Gewichte in der Esse gefunden wurde.

Anthrazit.

Diese Kohle wurde beim Beginn der Untersuchung nach London geschickt, ehevor ein bestimmter Plan der Arbeit festgestellt war, daher wurde darüber keine Bescheinigung ausgefertigt.

Die Kohle bricht in der Pfarrei Llanguicke in der Grafschaft Glamorgan und ist bekannt unter Brass Vein von der Cwmllynfell-Kohlengrube.

Sie wird in einer Tiefe von 306.55 Fuss unter der Oberfläche abgebaut, die Strecken reichen ziemlich weit bis zum Ausgehenden des Flötzes; der Abbau geschieht ansteigend bis ungefähr 217.86 Fuss unter der Oberfläche *(the galleries extending for some distance to the crop of the vein the stalls most to the rise being about 226 feet from the surface)*.

Es wird ein 4 Fuss-Lager genannt, ist beiläufig 3.7 Fuss mächtig und sehr regelmässig, das Fallen ist im Durchschnitt 0.409 bis 0.5 Fuss auf 3 Fuss, und in südlicher Richtung, indess gibt es verschiedene Mulden und Sättel, welche hie und da die Neigung und Richtung verändern. Auch ist dort ein bedeutendes Verwerfen nahe zu gegen Nord und Süd. Das Hangende und Liegende scheint thoniger Schiefer zu sein, untermengt mit andern Kohlenadern und mehreren Adern von Eisenstein und feuerfestem Thon. Der Gattung nach ist die Kohle Anthrazit und wird hauptsächlich in den Hopfen- und Malz-Districten Englands verbraucht, das Kohlenklein wird auch zum Kalkbrennen verwendet. Die Grube ist beiläufig 4 Meilen von dem Hafen von Swansea entfernt, wo der Marktpreis beiläufig 6 fl. bis 6 fl. 24 kr. pr. Tonne (1814.3 W. Pf.) für die grossen Stücke und 2 fl. 27 kr. bis 2 fl. 56 kr. pr. Tonne für die kleinen ist. Es scheint, dass mehrere andere Lager von Anthrazitkohle in der Nähe sind. Dieses Lager ist am meisten beliebt für Malz- und Hopfendarren, obgleich ein 6 Fuss-Lager, Big Vein genannt, und ein 3 Fuss-Lager, Little Vein genannt, zum Eisenschmelzen bei weitem vorgezogen werden. Dieses Brass Vein (Schwefelkies-Lager) hat seinen Namen von einer Ader von Eisenkies 0.025 bis 0.25 Fuss mächtig, welche dasselbe durchsetzt, und die Kohle, welche in der nächsten Nähe dieser Ader bricht, wird von den Kohlenhändlern für glänzender, härter und reiner gehalten als jede andere dieses Lagers.

Diese Anthrazitkohle hat ein glänzendes Aussehen mit einem glänzenden unregelmässigen Bruch, die Schichtung ist ziemlich gut angedeutet, mit Lagen einer weichen braunen Masse in einer beträchtlichen Entfernung von einander. Sie bricht mit halbkrystallinischem Bruch in unregelmässige sehr spröde Stücke. Obwohl die Kohle der Structur nach hart ist, so bricht sie dennoch vermöge ihrer Sprödigkeit ohne Schwierigkeit in kleine Stücke.

Wir beobachteten bei dem Versuche des ersten Tages, dass es mit grosser Schwierigkeit verbunden war, die Kohle hinlänglich anzubrennen, um Dampf zu bekommen, indem nahe zu 3 Stunden zwischen der Zeit des Unterzündens und der der Dampfentwicklung waren; daher fanden wir es für nöthig, am nächsten Tage unsere Holzmenge zu vermehren, und auch ein gegebenes Gewicht einer andern Kohlensorte zu verwenden, um jene Temperatur zu erhalten, die der Anthrazit zu erfordern scheint, ehevor er die Verbrennung eingeht. Tritt diese einmal ein, so ist die entwickelte Hitze stark und das Feuer wird dann leicht unterhalten. Es ist sehr rathsam, die Kohle in kleinen, etwa eigrossen Stücken zu ersetzen und nach und nach ihre Temperatur zu steigern, indem man sie vorerst an die Vorwärmplatte wirft und dann in das Feuer bringt; dadurch beugten wir wesentlich jenem Zersplittern in kleine Stücke vor, welches ohne Zweifel in der Anwendung einer grossen Hitze bei allen Kohlen von demselben Gefüge wie die Anthrazite, seinen Grund hat. Die Mengen von Lösche und Asche waren grösser als bei vielen andern Kohlen, sie waren von sehr kleinem Volum und beide enthielten, wenn man sie zerbrach und untersuchte, veränderliche Mengen von unveränderter Kohle, umgeben von verbrannter Masse. Aschenschlacke war nur in sehr geringer Menge und in sehr kleinen und sehr harten Stücken vorhanden. Das Feuer brannte, nachdem die Feuerung aufgehört hatte, ungewöhnlich lange Zeit fort, wie durch die Arbeitsthüren beim Versuch des ersten Tages zu sehen war: wir stellten um 5 Uhr 45 Minuten das Nachfüllen ein, der Dampf jedoch strömte bis 10 Uhr Abends und das Feuer blieb bis 10 Uhr 45 Minuten.

Cwm Nanty-Gros.

Über diese Kohlen wurde keine Bescheinigung erhalten. *J. W.*

Das für die Versuche eingesendete Muster dieser Kohle war weicher Art, die Schichtung deutlich angezeigt mit Schichten von schieferthonartigem Gestein, in der Dicke abwechselnd und von grosser Härte mit Blättchen einer dunkelbraunen Substanz von weichem seidenartigen Aussehen. Im Allgemeinen war die Structur der Kohle sehr unregelmässig, und grosse Mengen

von licht gefärbtem Eisenkies waren durch die ganze Masse wahrnehmbar, zugleich mit einer kleineren Menge weisser Substanz, ähnlich der in manchen anderen Kohlen vorkommenden, aber nicht in so grossen und flachen Blättern. Die Kohle zerbrach leicht in kleine Stücke, sie brannte leicht an und schien an der Verwärmplatte gut zu verkoken, machte ein ziemlich rauchiges Feuer, welches jedoch bei sorgfältigem Schüren und Reguliren des Zuges an der Mündung des Schornsteins nicht als Rauch erschien.

Andere Beobachtungen wurden während der Versuche nicht gemacht.

Wylam's Patent Brennstoff.

Dieses patentirte Feuerungsmittel wurde von der Gesellschaft aus dem Vorrathe angeschafft, mit dem der Markt derzeit bestellt war, und daher wurde um keine Bescheinigung nachgesucht. *J. W.*

Dieses wird in Blockform gemacht und verkauft, ein Block wiegt beiläufig 10.52 Pf., ist von länglicher rechtwinkliger Form und $0.964' \times 0.482' \times 0.385'$ in der Ausdehnung. Da das Gefäss *(charge-box)*, welches dazu dient das mittlere Gewicht von einem Cubikfuss Kohle zu erhalten, für solche Blöcke nicht brauchbar war, so nahmen wir 24 von diesen und legten sie so, dass sie ein Parallelipiped $1.928' \times 1.600' \times 1.447'$ bildeten und fanden, dass dieses 266.15 Pf. wog, was $\frac{266.15}{5} = 53.22$ Pf. auf 0.8964 W. C. Fuss oder 59.37 Pfunde auf den W. Cubik-Fuss gibt.

Die Blöcke zeigten, wenn sie zerbrochen wurden einen unregelmässigen Bruch, und schienen, aus kleinen Kohlenstücken zusammengesetzt, stark zusammengepresst und durch eine bituminöse Substanz zusammengekittet zu sein, indem sie einen starken Geruch nach Erdpech entwickeln, wenn die Hitze auf sie einwirkt.

Unsere Beobachtungen während der Versuche ergeben, dass das Feuer leicht anbrannte und der Dampf sich schnell entwickelte, aber es zeigte sich stets viel Rauch im Feuer bei geringem Zuge, jedoch wurde wenig aus dem Schornstein entweichen gesehen. Dieses Brennmaterial schwillt im Feuer an und theilt sich in grossen Platten von der Hauptmasse und diese

verbrennen leicht, indem sie eine frische Oberfläche der Wirkung des Feuers darbieten.

Die Mengen von Asche, Lösche und Aschenschlacke waren beträchtlich, die Asche hatte eine röthliche Farbe und enthielt viele sehr kleine Stückchen von Aschenschlacke. Auch der Russ war in grosser Menge und ohne Zweifel würde bei lebhafterem Zuge sich viel Rauch erzeugt haben.

Grangemouth Kohlen.

Ich bestätige hiermit, dass die 3 Kisten unter der Adresse: „John Wilson Esq. College, Civil Engineers, Putney" ein gutes Muster der ausgezeichneten Kohlen (Main Coals), der Grangemouth Coal Company's enthalten, welche eigens für den Gebrauch der Admiralty Coals Investigation gegraben wurden. *Geo. G. Mackay,*

Verweser.

Diese Kohle heisst die Main (vorzüglichste) Kohle oder Carronhall-splint und wird in der Pfarrei Bothkennar 0.12 Meile von Grangemouth gewonnen. Sie wird in einer Tiefe von 260 Fuss unter der Oberfläche abgebaut und wechselt von 2.89 Fuss bis 3.21 Fuss in der Mächtigkeit.

Das Fallen des Lagers ist von 1 zu 10 bis 1 zu 12, und das Hangende und Liegende sind zusammengesetzt aus Schieferthon, blättrigen (laminated) Sandstein, Kohle, feuerfesten Thon und Sandstein. Die der Kohle beigelegten Eigenschaften sind: „dass sie hauptsächlich aus Splitterkohle (splint) mit fester oder cubischer Kohle (cherry or cubical) am First zusammengesetzt ist; dass sie mit nachhaltender Hitze ohne zusammenzubacken brennt, dass sie frei von Schwefel sei und eine licht gefärbte Asche zurücklässt." Die Entfernung vom Hafen Grangemouth beträgt beiläufig 0.13 Meile und der Marktpreis ist 4 fl. 25 kr. für die Tonne. Ihre Hauptmärkte sind die Ostsee und Frankreich für die Dampferzeugung, dann die benachbarten Gegenden zum Eisenschmelzen etc.

Das uns eingesendete Muster war von dem südlichen Hauptwerke der Grangemouth-Kohlengrube; es ist eine Kohle von mattem Aussehen und so hart, dass man einen Schmiedhammer braucht, um sie zu zerschlagen, aber sie spaltet sich leicht in der Lagerungsrichtung. Längs dieser Linie ist der Bruch sehr unregelmässig; sie enthält grosse Mengen von sehr

hartem schieferthonartigen Gestein in der Dicke von 0.25 bis 0.33 Fuss wechselnd und zuweilen mit dünnen Blättchen einer schwarzen Glanzkohle vermengt; das schieferthonartige Gestein brennt, und lässt einen dichten weisslichen Rückstand. Dem Äussern nach zeigt die Kohle nur wenig Eisenkies, aber zahlreiche Schichten einer weissen Substanz, und diese sind von grösserer Dicke als sie bei irgend einer anderen Kohle beobachtet wurde; sie enthält stets eine beträchtliche Menge einer weichen zerreiblichen Substanz, welche einen ganz merkwürdigen seidenähnlichen Glanz (play) im auffallenden Lichte gibt.

Unsere Beobachtungen während der Versuche zeigten, dass die Kohle leicht anbrennt und obwohl sie ein rauchiges Feuer macht, so sah man doch nur wenig Rauch aus dem Schornstein entweichen, ausser wenn zur Zeit des Schürens der Zug sich änderte. Die reine Kohle schwillt im Feuer an und zerbricht gut, aber das schieferthonartige Gestein theilt sich und platzt (flies) in der Hitze.

Am ersten Tage der Versuche wurde gegen das Ende des Tages, als man den Aschenfall öffnete, eine grosse Menge von Flamme und Rauch durch den Rost getrieben und gelangte durch die Thür des Aschenfalls in das Kesselhaus, dies ereignete sich zweimal am selben Tage, aber an keinem der nachfolgenden. Die Asche war sehr fein, so wie Staub und von weisslicher Farbe, auch die Lösche und Aschenschlacke hatten dieselbe Farbe.

Broomhill Kohlen.

Ich bestätige hiermit, dass die 10 Büchsen mit Nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 bezeichnet, ein gutes Muster der Broomhill Colliery Kohlen enthalten, welche eigens zum Gebrauche der Admiralty Coals Investigation gegraben wurden.

Francis Carr,
Verweser.

Diese Kohlengrube ist zu Broomhill auf dem Gute Chevington des Grafen Grey, und liegt beiläufig 6 Meilen nordnordöstlich von Newcastle, 2.3 Meilen nordöstlich von Morpeth, 2.4 Meilen süd-südöstlich von Alnwick und 0.8 Meilen südlich von Warkworth, welches der Hafen ist, wohin die Kohle verschifft wird. Es sind 2 bauwürdige Gruben, die eine, welche jetzt belegt wird, heisst „Low Main Coal Seam", sie wird

in einer Tiefe von 196.6 Fuss unter der Oberfläche abgebaut, und ist durchschnittlich 5.62 Fuss mächtig, lauter reine Kohle, eine kleine Partie Splitterkohle am First des Lagers ausgenommen.

Das Fallen ist beiläufig 1 zu 12 oder 4¾° und verläuft südlich 44° östlich. Das Hangende ist Thon, thoniger Schiefer und grauer Sandstein, sehr fest und hart, welcher auch die Sohle dieser Werke bildet.

Die dieser Kohle beigelegten Eigenschaften sind: „bituminös unter Zertheilung (open) brennend, lässt sie wenig erdigen Rückstand, ist eine vortreffliche Dampferzeugungskohle von einer sehr schnellen und andauernden Heizkraft."

Der Marktpreis ist beiläufig 2 fl. 8 kr. pr. Tonne (1814.3 W. Pf.) an der Grube; gegenwärtig ist der Verkauf auf die benachbarten Märkte beschränkt. In den allgemeinen Bemerkungen wird gesagt: „dass die Ausdehnung des Kohlenfeldes auf 5·637,500 Quadrat-Klafter geschätzt wird, dass es 2 andere gut gangbare Lager gibt, das High Main Lager 4.578 Fuss mächtig, in einer Tiefe von 98.32 Fuss, und das Yard Coal Lager 3.059 Fuss mächtig, in einer Tiefe von 237.39 Fuss, alle zu einander parallel laufend über einen grossen Theil des vorerwähnten Flächenraumes. Es findet sich darin selten ein feuriger Schwaden oder Grubengas."

Das zur Untersuchung eingesendete Muster der Broomhill-Kohle bewies, dass die Kohle sehr hart, aber in den Schichtungsebenen leicht spaltbar war. Die Structur derselben ist beträchtlich verschieden, indem harte dünne Schichten einer sehr glänzenden schwarzen Kohle, welche, wenn sie zerbrochen wurde, einen etwas muschligen (conchoidal) Bruch hatte, mit harten matt aussehenden schaligen Blättern und Flecken einer weichen zerreiblichen Substanz abwechselten, welche das so oft bemerkte seidenartige Aussehen hatte. In den Klüften zeigte sich eine sehr beträchtliche Menge Eisenkies, welcher, obwohl von so beträchtlicher Grösse, dass er deutliche Krystalle zeigte, dennoch nicht durch die ganze Masse ausgebreitet erschien. Auch sah man kleine Flecken einer weissen Substanz in abgesonderten Blättern.

Unsere Beobachtungen während der Versuche waren, dass diese Kohle sich sehr leicht entzündet, lebhaft mit einem knisternden Geräusch brennt und ein sehr düsteres Feuer mit einer matten Flamme macht, aber wenn der Zug gut gerichtet war, entwich nur wenig Rauch aus dem Schornstein.

Lösche und Asche waren von weisslicher Farbe und die Aschenschlacke in sehr kleinen Stücken.

Resolven Kohlen.

Wir bestätigen hiermit, dass die 2 Kisten, mit S. Wilson Esq. bezeichnet, ein gutes Muster von den Resolven zur Dampferzeugung geeigneten Kohle enthalten, welche eigens zum Gebrauche der Admiralty Coals Investigation gegraben wurde.

Jevons und *Wood,*
Agenten von J. W. Lyon Esq.

Diese Kohle ist bekannt als Garrylwyd Lager und bricht in Resolven Wood, im Thale von Neath. Sie wird horizontal, in einer Entfernung von 578.4 Fuss von der Oberfläche abgebaut. Das Fallen oder die Neigung ist 0.25 Fuss auf 3 Fuss oder 1 zu 12 mit einer westlichen Richtung, die Mächtigkeit des Lagers beträgt 2.41 Fuss und ist ziemlich unregelmässig. Der Marktpreis ist 4 fl. 54 kr. die Tonne (1814.3 W. Pf.), die Hauptmärkte sind die Magazine der Regierung. Die Kohlengrube ist beiläufig 2.3 Meilen vom Hafen von Neath entfernt.

Das Kohlenmuster ist sehr weich, hat ein ziemlich mattes Aussehen und zerbricht mit einem sehr unregelmässigen Bruch. An vielen Stellen ist die Structur deutlich fasrig, und gleich darauf ziehen sich die Linien gegen einen Punkt, und die Structur nimmt eine Kegelform an (in a few instances the lines tend towards a point assuming a conical form). Wo sich die fasrige Structur deutlich zeigt, gleicht die Kohle dem Eisen im Querbruch, der Querschnitt zeigt häufig kreisförmige Flächen (tables), welche einen ausgezeichneten Glanz haben. Die Schichtung ist genau begrenzt durch die braune Substanz, die so häufig in der Kohle vorkommt, aber es scheint dann, dass eine viel grössere Neigung da ist, in Richtungen, die auf die Schichtung geneigt sind, zu zerbrechen, als parallel zu ihr. Die Kohle lässt

sich leicht in unregelmässige schiefe Vierecke zerbrechen und die blosgelegten Flächen enthalten eine beträchtliche Menge einer weissen Substanz, zugleich mit einer kleineren Menge Eisenkies. Während der Versuche fanden wir, dass die Kohle leicht anbrannte, an der Vorwärmplatte unbedeutend zusammenbackend; im Feuer schwoll sie auf und zerspaltete sich bald, ein starkes helles (open) Feuer gebend. Das Feuer war durchaus sehr rein und blos eine geringe Menge röthlich braunen Rauches wurde gelegentlich an der Mündung des Schornsteins gesehen. Die rückgebliebene Asche und Lösche war wenig, gut verbrannt und von weisslichem Aussehen. Der in der Esse vorgefundene Russ war sehr schwer und von lichter Farbe, was daher kommt, dass die kleinen Aschenbestandtheile nach oben geführt und mit dem Russ vermengt wurden.

Siehe Tabelle VIII und IX.

Fortsetzung der Versuche über die Verdampfungskraft der Kohlen von J. Arthur Phillips.

Pontypool Kohlen.

Ich bestätige hiermit, dass die 4 Kisten, mit Nr. 120, 121, 122, 123 bezeichnet, ein gutes Muster von den Morrison's Pontypool Rock Vein Kohlen enthalten, welche eigens zum Gebrauche der Admiralty Coals Investigation gegraben wurden.

Richard Morrison, Eigenthümer.

Diese Kohlengrube liegt unweit Pontypool, in der Grafschaft Monmouth, in einer Entfernung von beiläufig 2.5 Meilen vom Verladungshafen, aus welchem die Kohlen nach Frankreich, Spanien, Portugal, an das mittelländische Meer, nach Süd-Amerika, Brasilien und West-Indien ausgeführt werden. Der Marktpreis ist 4 fl. 40 kr. für die Tonne (1814.3 W. Pf.).

Das Lager ist sehr regelmässig und 7.712 Fuss mächtig. Die Kohle wird horizontal abgebaut, in einer Tiefe von beiläufig 433.8 Fuss unter der Oberfläche. Das Hangende und Liegende ist Schieferthon, welcher zugleich mit dem Lager (selbst) eine Neigung von 0.289 Fuss auf 3 Fuss gegen Westen hat.

Das Muster der Kohle, welche zum Versuche eingesendet wurde, war hart und glänzend, mit Bruchlinien (lines of fracture) parallel zur Schichtung und schien beträchtlich mit Schieferthon

gemengt, welcher parallel der Schichtungsebene sehr deutlich sichtbare Lagen bildete. Auch enthält diese Kohle eine ziemlich grosse Menge von Eisenkies, der ziemlich regelmässig durch die Masse vertheilt zu sein schien.

Während der Versuche wurde bemerkt, dass das Feuer leicht anbrannte und der Dampf sich rasch entwickelte, aber dass beträchtliche Mengen von Rauch während der ganzen Zeit des Versuches entwichen.

Diese Kohle verkokt unbedeutend an der Vorwärmplatte, und das Feuer erfordert beständige Aufmerksamkeit.

Bedwas Kohle.

Ich bestätige hiermit, dass die 3 Kisten, Bedwas Vein Coals bezeichnet, ein gutes Muster der genannten Bedwas-Kohlen enthalten, welche eigens zum Gebrauche der Admiralty Coals Investigation gegraben wurden.

Josef Jones,
Eigenthümer.

Diese Kohle wird in der Pfarrei Bedwas, Grafschaft Monmouth gefördert, und die Grube liegt beiläufig 2.7 Meilen vom Verladungshafen. Die Hauptmärkte für diese Kohle sind Spanien, Portugal, verschiedene Häfen im Mittelländischen Meere und in England.

Die Kohlengrube wurde vor beiläufig 18 Monaten eröffnet, und scheint sich zu verbessern, je weiter das Werk vorrückt. Die Kohlen werden gegenwärtig aus einer Tiefe von beiläufig 86.8 Fuss durch eine Dampfmaschine gefördert. Die Mächtigkeit des Lagers beträgt 2.564 Fuss, und das Liegende ist feuerfester Thon, das Hangende festes Gestein, welches in Mächtigkeit von 14.5 bis 57.8 Fuss wechselt.

Das Lager hat eine Neigung von 0.33 bis 0.45 Fuss auf 3 Fuss gegen Süden.

Der Marktpreis dieser Kohle ist für die Tonne (1814.3 W. Pf.) 4 fl. 50 kr., und die vom Eigenthümer angegebenen Eigenschaften sind: „Gross brechend, hart, flammbar, frei von Schwefel und erdigen Substanzen, und vorzüglich für Dampferzeugung geeignet."

Das Muster dieser Kohlen, an dem die Versuche gemacht wurden, war fest und glänzend, mit einem würfelartigen Bruche, es enthielt Eisenkies, aber in kleineren Mengen als die früheren.

Während des Ganges der Versuche beobachtete man, dass die Kohle nur wenig rauchte und flammbar war, unter Bildung von nur wenig Aschenschlacke. Auch entzündet sie sich leicht und der Dampf entwickelt sich rasch.

Porthmawr Rock Vein Kohle.

Ich bestätige hiermit, dass die 2 Kisten, mit P. M. C. Comp. bezeichnet, ein gutes Muster der Porthmawr Rock Vein Kohlen enthalten, welches eigens zum Gebrauche der Admiralty Coals Investigation gegraben wurden.

Reginauld Blewett,
Eigenthümer.

Die Porthmawr Kohlengrube liegt in einer Entfernung von beiläufig 2 Meilen von Newport, Monmouthshire, und von dort werden die Kohlen fast in alle Welttheile verschifft. Der Marktpreis ist von 4 fl. 25 kr. bis 4 fl. 40 kr. pr. Tonne (1814.3 W. Pf.). Sie werden vom Eigenthümer geschildert als „ausgezeichnet zur Dampferzeugung und der Eisenmanufactur aller Art."

Die Mächtigkeit des Lagers wechselt zwischen 4.82 bis 5.78 Fuss, und ist durchschnittlich ziemlich regelmässig. Die Kohlen werden in horizontalen (level or horizontal) Strecken abgebaut.

Sowohl das Liegende als Hangende sind aus festen Gestein und Schieferthon zusammengesetzt, und haben eine Neigung von beiläufig 5.995 Fuss auf 3 Fuss von Nordost nach Südost.

Das Muster dieser Kohle, an dem die Versuche angestellt wurden, war sehr unregelmässig im Bruche, und erschien mit einer beträchtlichen Menge von Schieferthon gemengt, der in der Kohle ohne Rücksicht auf die Schichtung vertheilt war. Während der ganzen Dauer der Versuche entwickelte sich eine grosse Menge Rauch. Indess entzündete sich das Feuer leicht, brannte frei *(freely)* und der Dampf bildete sich rasch, aber beträchtliche Mengen Asche blieben am Ende eines jeden Versuches zurück.

Warlich's Patent-Brennstoff.

Ich bestätige hiermit, dass die 362 Ziegel, im Gewichte von 2 Tonnen (3628.6 W.Pf.), ein gutes Muster von Warlich's Patent-Brennstoff sind, welche eigens zum Gebrauche der Admiralty Coals Investigation erzeugt wurden.

T. C. Warlich,
Erzeuger.

Dieser Brennstoff wird in Ziegeln verkauft, die nachstehende Dimensionen haben: Länge 0.723 Fuss, Breite 0.521 Fuss, Höhe 4.01 Fuss, was zusammen als Cubikinhalt eines jeden Ziegels 0.151 C. Fuss gibt, nahm man aber das Mittel von 40 Ziegeln, so fand sich als Durchschnitt 0·158 C. Fuss; das ökonomische Gewicht eines Cubikfusses ist 55.861 Pf.

Dieses Feuerungsmittel wird vom Grus *(dust)* der Risolven-Kohle erzeugt, und kömmt dazu auf 2 fl. 28 kr. pr. Tonne zu stehen. Dieses Grus ist, wenn es im Londoner Hafen ankommt, gewöhnlich sehr nass und nimmt in Brennstoff umgewandelt, beiläufig einen Flächenraum von 26.88 W. C. Fuss pr. Tonne (1814.3 W. Pf.) ein.

Das zum Versuche verwendete Muster war bedeutend dicht und gut gemacht, indem es fast eben so fest und schwer zu zerbrechen war wie ein gewöhnlicher Ziegelstein.

Während der Versuche beobachtete man, dass es beim Verbrennen nur wenig Rauch entwickelt, und dass dieser von grauer Farbe ist. Indess braucht der Brennstoff eine beträchtliche Zeit zum Anbrennen, und daher entwickelt er den Dampf nicht so rasch als manche Sorten flammbarer Kohle.

Auch zeigt der Versuch, dass dieser Brennstoff am besten brennt, wenn er in Stücke von beiläufig 0.3 Pfund gebrochen wird, sonst hat er die Neigung, am Rost zusammenzubacken und den Zug zu verlegen.

Ebbw Vale Kohlen.

Ich bestätige hiermit, dass die 4 Kisten, mit E. V. bezeichnet, ein gutes Muster der Ebbw Vale Four-feet Steam-Kohlen enthalten, welche eigens zum Gebrauche der Admiralty Coals Investigation gegraben wurden.

Gezeichnet von der *Ebbw Vale Company.*

Diese Kohle ist allgemein bekannt unter dem Namen der Ebbw Vale Four-feet Steam Kohle und wird bei den Ebbw Vale Eisenwerken gefördert, beiläufig 5.5 Meilen von Newport wo sie verschifft wird. Die Hauptmärkte sind das Mittelländische Meer, West-Indien und Brasilien. Der gegenwärtige Preis ist 4 fl. 55 kr. für die Tonne (1814.3 W. Pf.).

Die Eigenthümer empfehlen sie sehr warm, als „wenig Schwefel enthaltend," und schildern sie als viel gesucht für die Marine und andere Dampferzeugungszwecke. Die Grube ist

385 bis 482 Fuss tief, das Lager, von dem die Kohle abgebaut wird, wechselt in Mächtigkeit von 3.37 bis 4.347 Fuss und hat eine Neigung von 1 zu 12 gegen Süden.

Das Liegende und Hangende ist Sandstein. Das zum Gebrauche der Investigation gegrabene Muster war ausserordentlich glänzend mit einem würfligen Bruche aber ziemlich zerreiblich und enthielt wenig Eisenkies.

Während der Versuche beobachtete man, dass die Kohlen leicht anbrannten, rasch Dampf entwickelten und ein schönes helles Feuer unterhielten. Am Rost backen sie zusammen, aber erzeugen sehr wenig Aschenschlacke und eine ausserordentlich kleine Menge rother Asche, welche fast ganz verschwindet, wenn sie nochmals ins Feuer geworfen wird. Auch fand man, dass sie einen schwarzgrauen Rauch in ziemlich beträchtlicher Menge entwickeln, besonders nach dem Schüren des Feuers, welches sie vermöge ihrer bituminösen Beschaffenheit häufig erfordern.

Auch mag bemerkt werden, dass sie auf ihre Brauchbarkeit zum Eisenschmieden untersucht wurden, und dass das Ergebniss sich ausserordentlich gut herausstellte.

Fordel Splint Kohle.

Ich bestätige hiermit, dass die 2 Kisten, mit F. S. C. bezeichnet, ein gutes Muster der Fordel Splint Kohlen enthalten, welche eigens zum Gebrauche der Admiralty Coals Investigation gegraben wurden.

Gezeichnet: *Alexander Lyell,*

Agent des Eigenthümers Georg Mercer Henderson.

Die Kohlengrube, von der diese Kohle genommen ist, liegt in der Pfarrei Dalgety in der Grafschaft Fife und ist beiläufig 1.4 Meilen vom Verladungshafen entfernt, wo ihr Marktpreis zu 4 fl. 25 kr. pr. Tonne steht. Sie wird aus dem Splint Lager, woher sie den Namen hat, gefördert, aus einer Tiefe von 289.2 bis 463.72 Fuss unter der Oberfläche.

Das Lager ist im Allgemeinen 3.856 bis 4.338 Fuss mächtig und hat eine Neigung von 16° bis 20° gegen Nordost. Es ist durchschnittlich ganz regelmässig. Der Eigenthümer schildert diese Kohle als „hart, bituminös und lebhaft brennend.“

Das uns zu Handen gekommene Muster war von blättriger Structur mit Ablösungen *(oblique cross partings)*; es bestand aus sehr glänzenden Lagen, untermischt mit minder glänzenden Blättern, welche versteinerter Holzkohle gleichen. Diese Kohle ist ausserordentlich hart, wenn sie aber zerbrochen wird, so theilt sie sich in rhombische Stücke. Hie und da kommen Partien *(spots)* von Eisenkies vor, aber in keiner beträchtlichen Menge.

Während der Versuche wurde beobachtet, dass die Kohlen sich leicht entzünden und eine starke Flamme geben. Auch erfordern sie wenig Schüren, indem diess blos nöthig ist, um die verkokten Kohlen von der Vorwärmplatte wegzuschieben und sie durch frische zu ersetzen, um ein gutes reines Feuer zu erhalten; auch fand man, dass sie eine beträchtliche Menge von grauen Rauch erzeugen, aber wenig Asche oder Aschenschlacke zurücklassen.

Coleshill Kohlen.

Ich bestätige hiermit, dass die 85 Tonnen Kohlen, durch den Schooner „Brothers" verfrachtet, an die Vorsteher von Ihrer Majestät Packhof Woolwich adressirt, ein gutes Muster von den Coleshill Coals Company's Kohlen enthalten, die eigens zum Gebrauche der Admiralty Coals Investigation gegraben wurden.

Gezeichnet: *William Maxwell*,
Agent der Coleshill Company.

Die Grube liegt in einer Entfernung von beiläufig 0.3 Meilen vom Dorfe Bagilt am Flusse Dee, und von dort wird die Kohle in verschiedene Gegenden Gross-Britanniens, und weit mehr noch an die Küsten von Irland und Wales verschifft. Der Marktpreis ist für die Tonne (1814.3 W. Pf.) 4 fl. 15 kr., und sie wird von dem Agenten geschildert als „flammbar, stark bituminös und sehr wenig Asche von weisser Farbe zurücklassend." Er sagt ferner: „Diese Kohle wird in Menge (extensively) von der Dampfschiffahrts-Gesellschaft in Liverpool, so wie auch von den verschiedenen Bleischmelzwerken am Flusse Dee verbraucht, und bewährt sich sehr.

Die Kohle wird aus einer Tiefe von 231.36 Fuss unter der Oberfläche gefördert, und das Lager, welches 5.54 Fuss mächtig, ist durchschnittlich ziemlich regelmässig. Es fällt gegen Ost

im Verhältnisse von 1 zu 5, und wird in Oertern von 20.24 Fuss Breite abgebaut, die darüberliegenden und benachbarten Schichten sind festes Gestein und Schieferthon.

Das Muster dieser Kohle, welches uns aus Ihrer Majestät Packhof zu Woolwich eingesendet wurde, war in ziemlich kleinen Stücken, sie scheint sich leicht in rhombische Stücke zu zerbröckeln, die geeignet sind, durch den Rost zu fallen. Indess entzündet sie sich leicht und ist flammbar, eine beträchtliche Menge schwarzen Rauches erzeugend, der während der ganzen Zeit des Verbrennens entweicht, aber besonders stark unmittelbar nach dem Füllen des Ofens. Nach dem Versuche blieben grosse Mengen von Asche, mit Schieferthon und Schlacke gemengt, zurück.

Anmerkung. Auch wurde bemerkt, dass die Kohlen nicht sorgfältig geschieden waren, da man grosse Massen von schwarzem und blauem Schieferthon damit vermengt wahrnahm.

Slievardagh Kohle.

Ich bestätige hiermit, dass die 3 Kisten und eine Büchse, mit der Bezeichnung: Kohlen von Slievardagh Gruben, ein gutes Muster von den Slievardagh Kohlen enthalten, welche eigens zum Gebrauche der Admiralty Coals Investigation gegraben wurde.

Gezeichnet: *William Bullen*,
Miteigenthümer und Agent.

Diess Kohlenfeld befindet sich in der Freiherrschaft Slievardagh, Grafschaft Tipperary in Irland. Es liegt zwischen den Städten Cullen und Willingford beiläufig 2 Meilen von dem erstern und 1.3 Meilen vom letztern Orte entfernt.

Der nächste Verladungshafen ist Carrick-on-Suir; aber sobald als die Schienenwege fertig sein werden, wird die Verbindung mit dem Hafen von Shannon und Cork offen sein. Die Mächtigkeit des Lagers ist 2.892 Fuss und die zu den Versuchen eingesendeten Kohlen wurden aus einer Tiefe von beiläufig 72.3 Fuss unter der Oberfläche durch einen Handgöpel gefördert, obschon bereits ein Stollen in Anlage ist, in welchem eine Eisenbahn gelegt werden soll, um die Kohle unmittelbar vom Lager vermittelst Pferde fördern zu können. Das Lager selbst hat eine Neigung von 1 zu 5 und liegt in weichem Schiefer und Sandstein.

Die Kohle wird gegenwärtig vorzüglich in der umliegenden Gegend und den benachbarten Städten verkauft, und hat an der

Grube den Preis 9 fl. 50 kr. bis 12 fl. 17 kr. die Tonne (1814.3 W. Pfund).

Das uns zu Handen gekommene Muster dieser Kohle war stark anthrazitisch, es wurde daher beschlossen den Versuch drei Mal in der gewöhnlichen Zeitdauer zu wiederholen, um Unzukömmlichkeiten und Verlust an Hitze zu vermeiden, welchen das öftere Anzünden und Auslöschen einer Kohle zu Folge gehabt hätte, die obschon schwer zu entzünden, dennoch, wenn sie einmal brennt, mehrere Stunden zum Verlöschen braucht.

Um das Feuer anzumachen, wurden 40.45 W. Pf. von den Coleshill Kohlen verwendet, welche dann in den Berechnungen abgezogen wurden. Man beobachtete während der Versuche, dass die Kohle einen starken Zug erfordert, und dass das Feuer stets eine gute Speisung mit Brennmaterial braucht, welches, um dem Zerplatzen vorzubeugen, vorläufig an der Vorwärmplatte erwärmt werden muss. Wenn man diese Vorsichtsmassregeln beobachtete, so erhielt man ein helles Feuer ohne Rauch, welches auch keinen Russ in der Esse liess. Das Feuer brauchte am Ende des Versuches 7 Stunden zum Erlöschen.

Wallsend Elgin Kohlen.

Ich bestätige hiermit, dass die 2 Kisten, mit E. W. bezeichnet, ein gutes Muster der Wallsend Elgin Kohlen enthalten, welche eigens zum Gebrauche der Admiralty Coals Investigation gegraben wurden.

Gezeichnet: *Robert Menzies*,
Agent der Bevollmächtigten des sel. Grafen von Elgin.

Diese Kohle wird auf den Grundstücken von Clume und Baldridge, Pfarrei Dunfermline, Grafschaft Fife, in einer Entfernung von 1.2 Meile vom Verladungshafen gefördert. Der Marktpreis ist 4 fl. 25 kr. die Tonne (1814.3 W. Pf.) an Bord. Sie wird vorzüglich für die Dampfschiffahrt und überhaupt zur Dampferzeugung verwendet. Das Lager, von dem sie abgebaut wird, ist 4.338 Fuss mächtig und im Allgemeinen sehr regelmässig mit einem durchschnittlichen Fallen von 1 zu 7 gegen Nord. Das Liegende und Hangende bestehen aus abwechselnden Schichten von Sandstein und Kohlenschiefer. Diese Kohle wird gegenwärtig aus einer Tiefe von 607.32 Fuss gefördert, und wird geschildert als eine zusammenbackende Splitterkohle (*splint*

coal), mit cubischer Textur, flammbar mit einer starken Flamme.

Diese Kohle gleicht dem äusseren Ansehen nach sehr der Fordel Splint Kohle; während der Versuche beobachtete man, dass sie sich leicht entzündete und ein gutes Feuer gab, welches nur wenig Schüren erforderte; sie hat indess den Nachtheil, dass sie beträchtliche Menge grauen Rauches während der ganzen Zeit ihres Verbrennens entwickelt.

Dalkeith Coronation Seam. Dalkeith Jewel Seam.

Die Versuche an diesen zwei Kohlensorten wurden desswegen wiederholt, weil sie zu einer Zeit angestellt wurden, wo das Mauerwerk des Kessels noch feucht war, welcher Umstand nothwendig einen Unterschied mit den erhaltenen Resultaten zur Folge haben musste.

Während der Versuche wurde beobachtet, dass sie sich leicht entzündeten und flammbar waren, ohne viel Rauch zu erzeugen. Auch erforderten sie wenig Schüren und liessen nur eine unbeträchtliche Menge von unverbrennbarer Substanz.

Bell's Brennstoff.

Mit diesem Feuerungsmittel lief keine Bescheinigung ein.

Dieser Brennstoff wird zu Port Talbot, unweit Taibach, in Wales, verfertigt und hat die Form von Blöcken, welche folgende Dimensionen haben: 0.723×0.482×0.395 Fuss, das ist 0.139 W. C. Fuss als Rauminhalt eines jeden Ziegels. Das ökonomische Gewicht eines Cubik-Fusses, abgeleitet aus dem Maasse eines Stosses mit folgenden Dimensionen: 0.964×1.687×1.446 Fuss, wurde mit 52.82 W. Pf. gefunden.

Dem Aeussern nach gleicht dieses Feuerungsmittel dem durch die Herren Wylam's und Comp. eingesendeten Muster, ausser dass die Ziegel kleiner und vielleicht etwas weniger regelmässig in ihrer Textur waren, indem einige eine dichte harzige Structur haben, während andere leicht unter dem Schlage eines Hammers zerbröckeln.

Man bemerkte, dass dieses Feuerungsmittel beträchtliche Mengen dichten schwarzen Rauches beim Anbrennen des Feuers erzeugte, welcher mit Fortschreiten der Versuche sich zu ent-

wickeln aufhörte. Man fand, dass diess Feuerungsmittel bedeutend bituminös sei, und dass es selbst bei einer Temperatur von 100° C wenig sich erweiche, während es bei höheren Temperaturen leicht schmolz, auch bemerkte man häufig Fasern *(filaments)* während der Versuche durch den Rost gleiten. Am Ende der Versuche blieben beträchtliche Mengen von Asche und Aschenschlacke zurück, und während derselben erforderte das Feuer grosse Aufmerksamkeit und häufiges Schüren, um dem Ersticken des Ofens vermöge des Anschwellens und Schmelzens des Feuerungsmittels vorzubeugen.

Siehe Tabelle X und XI.

Vergleichung der Effecte, welche bei den Kesseln in der Par Consols Grube und bei jenem, der für unsere Untersuchung diente, erzielt wurden.

Da in Bezug auf das Verdampfungsvermögen verschiedener Kohlen, während des Fortganges unserer Untersuchungen eine grosse Menge von Thatsachen zusammengebracht worden war, so schien es uns wünschenswerth, zu ermitteln, in wie fern unsere Resultate dem Maximum der Leistungen der Cornwall'schen Kessel sich nähern, um auf diese Weise ein Mittel zur Vergleichung der bei unseren Untersuchungen angewendeten Apparate und grösseren Kessel von ähnlicher Construction, wie man sie für praktische Zwecke benützt, zu erlangen.

Man hat zu verschiedenen Zeiten Versuche unternommen, um mit Genauigkeit die Wassermenge zu bestimmen, welche unter den günstigsten Umständen durch Verbrennung von einem Pfund Kohle von einer bestimmten Temperatur verdampft werden kann. Doch ist man, wie es scheint, zu keinem bestimmten Resultate gelangt, denn wenn man die Angaben verschiedener Experimentatoren vergleicht, so gewahrt man beträchtliche Differenzen. Smeaton, welcher, wie es scheint, der Erste war, der diesem Gegenstande eine ernstliche Aufmerksamkeit zuwendete, fand im Jahre 1772, dass 1 Pfund Newcastle-Kohle 7.88 Pfund Wasser von 100° verdampfte.

Watt, welcher sich im Jahre 1778 mit demselben Gegenstande beschäftigte, kam zum Schlusse, dass 8.62 Pfund Wasser

von 100° durch 1 Pfund der bei seinen Versuchen angewandten Kohle verdampft werden können, während Herr Wicksteed im Jahre 1840 ermittelte, dass 1 Pfund Merthys-Kohle 9.493 Pfund Wasser von 26°.66 C verdampfen könne, was eben so viel ist, als die Verdampfung von 10.746 Pf. bei 100°.

Ungefähr um dieselbe Zeit wurden auch einige Versuche bei den Kesseln der Loam's-Maschine in den vereinigten Gruben in Cornwall angestellt, wozu man sich eines Apparates bediente, welcher die Quantität des in den Kessel gebrachten Wassers genau abmass; der Versuch wurde durch 6 Monate fortgesetzt, und man fand, dass während dieser Zeit 209.253 Cubik-Fuss Wasser von 38°.88 in den Kessel geschafft wurden, und dass 1·270,048 Pfund (700 Tonnen) Kohle zu ihrer Verdampfung verbraucht worden waren; dass also 16.476 Cubik-Fuss Wasser von 38°.88 durch je 100 Pfund Kohle verdampft wurden, oder dass jedes Pfund der verbrauchten Kohle 10.29 Pfund Wasser von 100° verdampft hätte.

Man ersieht, dass diese Resultate nicht nur beträchtliche Differenzen ergeben, sondern auch, dass man nicht bedacht war, die chemische Zusammensetzung der verschiedenen gebrauchten Kohlen zu ermitteln, was, wie wir glauben, einen wichtigen Theil jeder derartigen Untersuchung bilden soll. Um demnach diesem Uebelstande abzuhelfen und auch jene Verbesserungen, welche seit der Zeit der erwähnten Versuche eingeführt worden sind, zu berücksichtigen, wurde beschlossen, eine ähnliche Untersuchung der Verdampfungskraft einer der besten Maschinen in Cornwall zu unternehmen. Es wurde zu diesem Zwecke die grösste Pumpmaschine der Par Consols Grube gewählt, wo der Ingenieur Herr West die zweckmässige Durchführung der Versuche auf jede Weise erleichterte. Diese Maschine ist eine von 77.1 Zollen, mit einem Hub von 11.56 Fuss im Cylinder, und wird von 2 Kesseln gespeist *); dieselbe besitzt eine Vorrichtung, in welcher das Speisungswasser nahe bis zum Siedepunkt

*) Die Kessel, bei welchen dieser Versuch gemacht wurde, haben jeder 30.84 Fuss Länge und 6.03 Fuss Durchmesser. Jeder Kessel besitzt eine zu erhitzende Oberfläche von 882.55 Quadratfuss, und der Erwärmungs-Apparat bietet eine Oberfläche von 520.24 Quadrat-Fuss der Wirkung der erhitzten Gase dar.

erhitzt wird, bevor es in den Kessel tritt. Dies geschieht durch den Wärmeüberschuss, welcher durch die Essen entweicht, und der Apparat besteht aus 2 eisernen Röhren, jede von ungefähr 1.638 W. Fuss Durchmesser, die, eine über der andern, parallel der Axe des Kessels, in dessen Mauerwerk eingelassen sind. Das Speisewasser wird in die obere Röhre durch die gewöhnliche Vorrichtung eingepumpt und geht dann durch einen Hahn in die untere Röhre, von wo es in den Kessel selbst gelangt. Beide Röhren sind ihrer ganzen Länge nach, der Wirkung der vom Feuer kommenden erhitzten Gase ausgesetzt, welche, nachdem sie ihren Lauf um den Kessel vollendet haben, rund um die Wärmröhren herumgehen, bevor sie zur Basis der Esse gelangen. Das Wasser in den Röhren wird auf diese Weise auf ungefähr 100° erhitzt, durch die Hitze der durch die Abzüge strömenden Gase, welche selbst an der Basis der Esse auf ungefähr 148.°8 abgekühlt ankommen. Unsere Versuche wurden in folgender Weise angestellt:

Vor Allem wurde es nöthig, die Menge des dem Kessel zugeführten Wassers mit Genauigkeit zu messen. Um diess zu erreichen, wurde ein grosser Behälter neben der Luftpumpe angebracht, von deren Behälter dieselbe durch eine einfache Vorrichtung mit Wasser gefüllt werden konnte. Die Verbindungsröhre zwischen der Speisepumpe und dem Luftpumpen-Behälter wurde dann entfernt, und eine Röhre an der Speisepumpe angebracht, welche den Grund des Reservoirs erreichte. Der Behälter wurde ebenfalls mit einer Abflussröhre versehen, welche dessen Füllung über einen gewissen Punkt hinaus verhinderte. Er wurde dann mit Wasser gefüllt und wieder ausgepumpt, um zu ermitteln, bei welchem Niveau die Pumpe zu wirken aufhörte. Nachdem dieser Punkt bestimmt war, wurde Wasser in den Behälter eingewogen, bis dasselbe das Niveau der erwähnten Abflussröhre erreichte. Hiezu waren 1019.34 Pfund erforderlich. Es wurde auch nöthig, die Wirkung der Speisepumpe während der Füllung des Behälters zu unterbrechen, dies geschah durch einen Hahn, der in der Speisepumpe unmittelbar unter der Stopfbüchse angebracht wurde, und der, wenn er geöffnet war, Luft eintreten liess, und so die Bildung eines Vacuums hinderte.

Die Messung des eingebrachten Wassers war auf diese Weise sehr leicht gemacht; man brauchte nur die Zahl der in die Kessel gepumpten Behälter zu bestimmen, und zur Erreichung einer grösseren Genauigkeit während der Füllung den Hahn zu öffnen. Nachdem die Apparate zur Messung des Wassers vorgerichtet waren, begann der Versuch, und man fand, dass nach 46.5 Stunden 95 Mal der Inhalt des Wasserbehälters [1]) in den Kessel geschafft, und dass 94,897 Pfund Kohle verbraucht worden waren, oder mit andern Worten, dass 94,897 Pfund Kohle zur Verdampfung von 968,373 Pfund Wasser von 33°.33 C erforderlich waren, was für jedes Pfund der verbrauchten Kohle 10.204 Pfund Wasser von der besagten Temperatur gibt.

Nehmen wir aber, wie oben, 100° als die Normal-Temperatur an, so finden wir, dass jedes Pfund der verbrauchten Kohle 11.428 Pfund Wasser von der Siedhitze verdampft hätte.

Das bei diesem Versuche angewendete Brennmaterial bestand aus einer Mischung von Swansea und Bury-Kohle, aber in welchem Verhältnisse und aus welcher Grube konnten wir nicht ermitteln. Doch machte Herr H. How eine Analyse der Mischung, welche folgende Bestandtheile ergab:

Kohlenstoff	84.19
Wasserstoff	4.19
Sauerstoff	0.86
Stickstoff	0.80
Asche	8.06
Schwefel	1.90
Summe	100.0

Man fand auch, dass diese Kohlen 6 Procente Wasser enthielten, wovon der grössere Theil absichtlich hinzugefügt worden war, um der bei ihrer Verbrennung erzeugten Hitze eine grössere Kraft zu verleihen.

Nachdem nun die Menge des durch 1 Pfund Kohle verdampften Wassers, so wie die chemische Zusammensetzung ermittelt worden war, so erübrigte noch, die Verdampfungskraft der hier angewendeten Kessel und jenes der bei unseren Versuchen gebraucht wurde, zu ermitteln. Um diess ins Werk zu se-

---

[1]) Wir trugen Sorge, uns durch Messung zu versichern, dass der Kessel beim Anfang und beim Schlusse des Versuches dieselbe Wassermenge enthielt.

tzen, würde es wünschenswerth gewesen sein einen vergleichenden Versuch mit derselben Kohle in dem letzteren Kessel anzustellen, da aber die Umstände diess nicht gestatteten, so suchten wir nahe dasselbe Resultat zu erzielen, indem wir die Tabelle mit den Analysen zu Rathe zogen, und eine Kohle wählten, welche so nahe wie möglich eine gleiche Zusammensetzung wie die fragliche darbot.

Wenn wir die folgenden Analysen vergleichen, so zeigt sich, dass die Mynydd-Newydd-Kohlen in ihrer Zusammensetzung jener, die bei den Versuchen in Cornwall gebraucht wurde, so ähnlich sind, dass man sie in der Praxis einander gleichstellen kann.

Analysen.

	Mynydd-Newydd.	Cornwall.
Kohlenstoff	84.26	84.19
Wasserstoff	5.61	4.19
Asche	3.26	8.06
Schwefel	1.21	1.90
Stickstoff	1.56	0.80
Sauerstoff	3.52	0.86
Summe	100.00	100.00

Die praktischen Versuche mit der Mynydd-Newydd-Kohle in unserem Versuchskessel gaben 9.52 als ihre Verdampfungskraft.

Nehmen wir also an, dass die beiden Kohlen eine gleiche Heitzkraft besitzen, so verhält sich die Verdampfungskraft der 2 Kessel offenbar wie 9.52 zu 11.42, oder mit andern Worten: die Kessel in Cornwall sind um nahe 20 Procent vorzüglicher als jener, der bei unserer Untersuchung benützt wurde.

Vorausgesetzt also, dass die beiden Kohlen in ökonomischer Hinsicht einander gleich sind, so brauchen wir nur die mit den verschiedenen Kohlen bei unseren eigenen Versuchen erhaltenen Resultate mit 1.1995 zu multipliciren, um die Verdampfungskraft, welche sie in dem Kessel von Cornwall darbieten würden, zu ermitteln.

Die Tabelle XII ist nach dieser Annahme berechnet[1]) und kann daher nur als annähernd betrachtet werden. (*Tabelle XII.*)

---

[1]) Die Mynydd-Newydd-Kohle, vorausgesetzt, dass keine Hitze dabei verloren ging, kann 14.90 Pfund Wasser verdampfen, und die Kohle aus

Versuch zur Bestimmung des Coëfficienten der Verdampfungskraft des Holzes und Formeln zur Berechnung der Resultate von Herrn J. Arthur Phillips.

Bei den Formeln zur Berechnung der Verdampfungskraft des Holzes und der Kohle, wie sie im vorhergehenden Capitel mitgetheilt sind, ist keine Rücksicht auf die Ausdehnung und Zusammenziehung des Wassers im Kessel durch eine Vermehrung oder Verminderung der Temperatur genommen, und daher sind dieselben, wenn auch hinreichend genau für praktische Zwecke, doch nicht strenge richtig. Um diese Correction zu machen, ist es nöthig, das Gewicht des Wassers in dem Kessel, wenn dieser bis zum Normalpuncte gefüllt ist, innerhalb der Extreme der verschiedenen beobachteten Temperaturen zu ermitteln. In dieser Absicht wurde der Kessel bis zum Normalpuncte mit Wasser von 21.°11 C gefüllt; man fand dabei, dass er 3826.57 Pfund fasste; es wurde dann Feuer angemacht, und die Temperatur-Zunahme an einem Thermometer, welches in die mit Quecksilber gefüllte Röhre L gestellt wurde, beobachtet. Man bemerkte bald, dass das Wasser sich ausdehnte, und langsam über den Normalpunct hinaufstieg, nach jeder successiven Zunahme der Temperatur um 11.°11 wurde das über dem Normalpuncte stehende Wasser durch den Hahn R'' abgelassen und gewogen; diese aufeinander folgenden Wägungen lieferten die Daten, nach welchen die Tabelle XIII berechnet wurde. (*Tabelle XIII.*)

Zwischen den Temperaturen von 65.°55 und 100° bemerkt man also einen Unterschied von 69.625 Pfund im Gewichte des im Kessel enthaltenen Wassers, was, wenn auch dieser Fall als ein Extrem zu betrachten ist, klar zeigt, dass, wenn auch nur ein Unterschied von 5.°55 zwischen der Anfangs- und End-Temperatur beobachtet wurde, bei der Berechnung eine Correction dafür angebracht werden soll. Es wurde auch als wün-

---

Wales (die in Cornwall gebraucht wird) 14.28 Pfund; bedenkt man aber dass in der Praxis nicht diese ganze Hitze benützt werden kann, so wird man bei der Berechnung ohne grossen Fehler diese ökonomischen Werthe einander gleichsetzen können.

schenswerth betrachtet, mit grosser Genauigkeit die Verdampfungskraft des zum Anzünden des Feuers verwendeten Holzes zu ermitteln; denn da diese bei allen einzelnen Versuchen in Betrachtung kömmt, so ist sie offenbar von grosser Wichtigkeit.

Bestimmung der Heitzkraft des Holzes; Correction für das beim Anzünden des Feuers verwendete Holz.

Um die Verdampfungskraft des Holzes in unserem Kessel zu bestimmen, wurde er mit Wasser von 100° C bis zum Normalpuncte gefüllt, das Feuer wurde dann durch 8 aufeinander folgende Stunden mit Holz unterhalten, worauf man es langsam ausbrennen liess. Am folgenden Morgen wurde Wasser aus den Behältern herabgelassen, bis es wieder den Normalpunct im Kessel erreichte, wobei die Mischung eine Temperatur von 93.°33 C annahm. Es wurde ferner ermittelt, dass vom Beginne des Versuches an, 1456.2 Pfund Wasser aus dem Behälter herabgelassen, und dass 516.951 Pfund Holz verbraucht worden waren.

Aus diesen Daten nun haben wir den gewünschten Coëfficienten zu finden, und diess kann auf folgende Weise geschehen:

A) Indem wir die zu diesem Zwecke zusammengestellte Tabelle zu Rathe ziehen, finden wir, dass der Kessel beim Schlusse des Versuches um 22.959 Pfund Wasser mehr enthielt, als beim Beginne desselben. Um also die wirklich verdampfte Quantität zu ermitteln, müssen wir von dem während der Dauer des Versuches in den Kessel herabgelassenen Wasser diese Menge abziehen. Wir haben daher 1456.2 — 22.959, das ist 1433.241 Pfund als Gewicht des wirklich verdampften Wassers.

B) Da aber bei diesem Versuche vorausgesetzt wird, dass Wasser von 100° verdampft werde, so haben wir noch andere Beobachtungen zu berücksichtigen, und das zweite ist die Bestimmung der Wärmemenge, die nöthig ist, um 1433.241 Pfund Wasser von 21°.11, der mittleren Temperatur in den Behältern, zum Siedpuncte zu erhöhen. Wir multipliciren zu diesem Zwecke 1433.241 mit 78.88, der Wärmemenge in Graden Celsius, welche nöthig ist, um Wasser von der erstern zur

letztern Temperatur zu erhöhen[1]), und das Resultat 113,054.05 zeigt, wie viele Pfunde Wasser von 0° durch dieselbe Wärmemenge zur Temperatur von 1° erhöht werden würden. Wir haben daher nur diese Summe durch 536.5, den Coëfficienten für die latente Wärme des Dampfes von 100° zu dividiren, um den entsprechenden Werth des bei dieser Temperatur verdampften Wassers zu erhalten; diess gibt 212.59, was zu der in dem Absatze *A)* gefundenen Zahl 1433.241 hinzugefügt werden soll. Wir haben also 1433.241 + 212.59 = 1645.83 Pfund.

C) Eine andere Ursache des Irrthums, der in Betrachtung gezogen und corrigirt werden muss, ist die Temperaturs-Differenz des Kessels beim Beginne und beim Schlusse des Versuches. Im gegenwärtigen Falle war das Wasser beim Schluss des Versuches um 6.°66 kälter als beim Beginn desselben; wir haben also von dem bei 100° verdampften Wasser eine Quantität abzuziehen, welche der Hitze entspricht, die erforderlich wäre, um das beim Beginn des Versuches im Kessel enthaltene Wasser von der Endtemperatur zu der Anfangstemperatur zu erhöhen. Wir müssen also in der schon erwähnten Tabelle das der Anfangstemperatur entsprechende Gewicht Wasser suchen, dieses beträgt im gegenwärtigen Falle 3757.309, welches mit 6.733 multiplicirt und durch 536.5 dividirt 47.197 gibt; nämlich das Gewicht des Wassers, welches, um von 100° verdampft zu werden eben so viel Wärme braucht, als die Erhebung von 3757.309 Pfund Wassers von 0° auf 6.°66. Diese Menge muss daher offenbar von der oben erhaltenen Zahl 1645.83 abgezogen werden, wornach 1598.633 übrig bleiben.

D) Es erübrigt nun noch eine kleine Correction für die 22.959 Pfunde Wasser, welche bei der ersten Correction abgezogen werden; denn diese Menge wurde offenbar von 21°.11 auf 93°.33 erhöht.

Durch dieselben Formeln wie oben, finden wir den Werth davon = 2.926 Pfund, welche zu den schon gefundenen 1598.633 hinzuaddirt werden müssen, und 1601.56 geben. Die letzte Zahl, dividirt durch das Gewicht des angewendeten Holzes, gibt

---

[1]) Es ergibt sich aus Tabelle II, dass die mittlere specifische Wärme des Wassers zwischen 21°.11 und 100°.1.0062 ist.

den Coëfficienten der Verdampfungskraft, welchen wir demnach 3.097 finden [1]).

Diese Operationen können bequem durch folgende Formeln ausgedrückt werden:

$$\frac{(W + w - w')(l + t) + wt' + (w' - w)t''}{Pl} = E$$

wobei W = der ganzen Quantität des während der Dauer des Versuches aus den Behältern in den Kessel geleiteten Wassers,

w = dem Gewichte des Wassers (gefunden nach der Tabelle), welches beim Beginne des Versuches im Kessel enthalten ist,

w' = dem Gewichte des Wassers, welches beim Schlusse des Versuches im Kessel enthalten ist,

l = dem Coëfficienten der latenten Wärme des Dampfes,

t = der Wärmemenge (ausgedrückt in Graden, *Celsius*), welche nöthig ist, um das Wasser in den Behältern von seiner Mitteltemperatur zu jener Temperatur, bei welcher es verdampft wurde, zu erhöhen,

t' = der Wärmemenge, welche nöthig ist, um das Wasser im Kessel von seiner Anfangstemperatur zu seiner Endtemperatur zu bringen,

t'' = der Wärmemenge, welche nöthig ist, um das Wasser aus den Behältern, von seiner Temperatur zur Endtemperatur des Wassers im Kessel zu erhöhen,

P = dem Gewichte des beim Versuche verbrauchten Brennstoffes,

E = dem Coëfficienten der Heitzkraft des Holzes ist.

Es muss hier bemerkt werden, dass, wenn die Anfangstemperatur niedriger ist als die Endtemperatur, die vorige Formel in die Folgende übergeht:

$$\frac{(W + w - w')l + Wt + wt' + (w' - wt)''}{Pl} = E$$

---

[1]) Ein ähnlicher Versuch, bei welchem 854.30 Pfund Holz verbraucht wurden, gab die Zahl 3.036; diese Ergebnisse sind viel geringer, als jene, die andere Experimentatoren erhielten; aber der Unterschied kommt wahrscheinlich von der geringen Menge Feuchtigkeit des angewendeten Holzes und dem grossen Verluste an Hitze, der durch den zur Wegführung des gebildeten Rauches nöthigen, sehr raschen Zug herbeigeführt wurde. Auch das häufige Oeffnen der Feuerthüren bei der Speisung des Feuers muss zu diesem Erfolg beigetragen haben.

wobei jeder Ausdruck seinen Originalwerth beibehält, mit Ausnahme des letzten, in welchem t'' durch t''' ersetzt ist, was die Wärmemenge bezeichnet, die nöthig ist, um die Endtemperatur zu jener Temperatur, bei welcher das Wasser verdampfte, zu erhöhen. Dasselbe erhält einen negativen Werth, während t' positiv wird.

Wenn wir also q das Gewicht des Holzes nennen, welches zum Anzünden des Feuers verwendet wurde, so erhalten wir folgende Formeln zur Schätzung der Verdampfungskraft der Kohlen:

$$\frac{(W - Eq\ w - w')\,l + (W + w - w')\,t + wt' + (w' - w)\,t''}{Pl} = E$$

und

$$\frac{(W - Eq + w - w')\,l + Wt + wt' + (w' - w)\,t'''}{Pl} = E$$

Es könnte vielleicht nöthig scheinen, bei diesen Formeln eine Correction für die Hitze anzubringen, welche durch den zur Ausgleichung der Temperatur des Wassers im Kessel angewandten Apparat absorbirt wird, denn es ist klar, dass die Röhren Q, Q, Q, während man das Wasser vom Grunde des Kessels heraufpumpt, um es über die Oberfläche zu vertheilen, erhitzt werden müssen. Aus den nachfolgenden Beobachtungen wird es jedoch klar, dass diese Wärmemenge ihrer geringen Grösse wegen bei der Berechnung ohne weiters vernachlässigt werden kann.

Erstlich wurde das Heraufpumpen des Wassers immer vorgenommen, bevor das Normal-Niveau durch Herablassen des Wassers aus den Behältern hergestellt wurde. Die ganze oder wenigstens der bei weitem grössere Theil der Wärme, die der Apparat absorbirte, wird daher wieder an das kalte Wasser abgegeben, wenn es durch denselben streicht. Es ist auch klar, dass der Betrag dieser Differenz aus den folgenden Daten leicht berechnet werden kann. Zu dem Apparate sind 242.7 Pfund Eisen und 28.72 Pfund Kupfer verwendet; nehmen wir also die specifische Wärme des Eisens = 0.11379 und jene des Kupfers = 0.09515, so finden wir, dass der Wärmewerth des ganzen Apparates gleich ist dem von 30.348 Pfund Wasser. Es wurde im Mittel aus 3 Versuchen gefunden, dass das kalte Wasser, welches in den Kessel herabgeleitet wurde, dem Apparat um 1.°11 Wärme mehr entzogen hatte, als diesem während der Dauer des Pumpens zugeführt worden war, und da der Einfluss dieser Differenz auf den Coëfficienten der Verdampfungskraft durch die

Formel $\frac{\pi \delta}{P l}$ [1]) ausgedrückt wird, so ergibt sich, dass bei einem gewöhnlichen Versuche, bei welchem etwa 283 Pfund Brennstoff verzehrt, und 2831 Pfund Wasser verdampft wurden, diese Differenz das Ergebniss in den Verhältnissen von 10.0000 : 10.0002 abändern wird, was viel zu gering ist, als dass es bei praktischen Untersuchungen, wie die unsrigen, berücksichtigt werden sollte.

Die latente Wärme des Dampfes zwischen den Temperaturen von 0° und 230° C eben sowohl als die mittlere specifische Wärme des Wassers zwischen 0° und T, ferner die specifische Wärme derselben Flüssigkeit von T bis zu $T + d\,T$ findet man in der Tabelle XIV, die aus *Regnault's Mémoire* in den Abhandlungen des *Institut de France, tome* 21, entnommen ist.

Diese Zahlen wurden in allen Berechnungen der vorhergehenden Formeln zu Grunde gelegt, und immer wurden Correctionen angebracht für die Ausdehnung und Zusammenziehung des Wassers in den Behältern sowohl, als auch der Behälter selbst, sobald die Temperatur um 1.11 Grad von jener differirte, bei welcher die Massröhren graduirt worden waren.

Diese Correctionen wurden mit Hilfe der Tabelle XIV gemacht, die nach der bekannten Ausdehnung und Zusammenziehung des Wassers zwischen 6.°11 und 26.°66 C und der kubischen Zusammenziehung eiserner Gefässe zwischen denselben Temperaturen berechnet wurde.

Abtheilung III.

A. Chemische Analysen der Kohlen von Herrn F. C. Wrightson.

Bei der Analyse der Kohlen wurde Sorge getragen einen guten Mittelwerth zu erlangen, indem eine grosse Quantität der Kohle zerbrochen und ein kleinerer Theil für die Untersuchung ausgewählt wurde.

Als ein controllirender Versuch, und um zu sehen, in wieferne das Mittel von den besten Stücken differirte, wurde ein Stück reiner Kohle ausgewählt, und ebenfalls analysirt.

---

[1]) π = Heitzvermögen des Apparates.
δ = Differenz der Temperaturen.
P = Gewicht des angewendeten Brennstoffes.
l = latente Wärme des Dampfes.

Das hygroskopische Wasser wurde ermittelt, indem man die Kohle in einem Wasserbade trocknete, und den Verlust dabei bestimmte.

Kohlenstoff und Wasserstoff. — Genauere Resultate wurden erlangt, wenn man mit 3 oder 4 Gran, als wenn man mit einer grösseren Quantität operirte. Die Kohle wurde fein gepulvert, getrocknet und in einer Verbrennungsröhre mit trockenem chromsauren Bleioxyd durch einen Spiral-Draht gut gemischt. Die Verbrennung wurde auf dem gewöhnlichen Wege vorgenommen.

Stickstoff wurde auf gewöhnliche Weise nach dem von den Chemikern unter dem Namen „Will und Varrentrapp'sche Methode" bekannten Verfahren bestimmt.

Schwefel wurde bestimmt, indem man die Kohle mit ihrem doppelten Gewichte reinen gefällten kohlensauren Kalkes mischte, die Mischung in eine in der Mitte zu einer Kugel ausgeblasenen Glasröhre brachte, und über einer Spirituslampe in einem Strome von Sauerstoff verbrannte. Wenn sie vollständig verbrannt war, was man an der weissen Farbe der Masse und ihrer Löslichkeit in Chlorwasserstoffsäure leicht erkannte, wurde das Ganze auf ein Filtrum gebracht, der schwefelsaure Kalk ausgewaschen, die Schwefelsäure durch Chlorbaryum gefällt, und als schwefelsaurer Baryt bestimmt. Von dem ganzen Betrage wurde die Menge der in der Kohlen-Asche vorhandenen Schwefelsäure abgezogen.

Die Asche wurde bestimmt, indem man 15—20 Gran der Kohle in einem Platintiegel über der Spirituslampe verbrannte, oder indem man diese Operation in einer grünen (green) Glasröhre in einem Strome von Sauerstoffgas vornahm.

Der Sauerstoff wurde durch den Verlust der Analyse bestimmt.

Die Bestimmung der nähern Bestandtheile der Kohlen wurde nach dem von Professor Bunsen und Dr. Playfair in den Reports of the British Association vol. XIV, pag. 142 beschriebenen Verfahren vorgenommen.

Elementar-Analysen.

Graigola-Kohle.

Diese Kohle enthielt, nachdem sie bei 100° C getrocknet war 1.06 Percent Wasser.

Kohle von mittlerer Qualität:

0.2290	Gramm	gaben	0.078	Kohlensäure	und 0.0732	Wasser,
0.4170	„	„	1.3065	„	„ 0.1558	„
0.8633	„	„	0.0573	Ammoniumplatinchlorid,		
2.3980	„	„	0.1100	schwefelsauren Baryt,		
0.5086	„	„	0.0170	Asche,		
0.5165	„	„	0.0180	„		

Anthrazit, von T. Aubrey und Co.

Dieser gab, nachdem er bei 100° C getrocknet war 2.44 Percent Wasser.

Kohle von mittlerer Qualität:

0.2763	Gramm	gaben	0.9310	Kohlensäure	und 0.0863	Wasser,
0.2923	„	„	0.9827	„	„ 0.0920	„
0.9234	„	„	0.0313	Ammoniumplatinchlorid,		
2.0799	„	„	0.1248	schwefelsauren Baryt,		
0.7097	„	„	0.0110	Asche,		
0.7645	„	„	0.0115	„		

Oldcastle Fiery Vein Kohle.

Diese Kohle enthielt, nachdem sie bei 100° C getrocknet war, 7.40 Percent Wasser.

Kohle von mittlerer Qualität:

0.4430	Gramm	gaben	1.4247	Kohlensäure	und 0.1945	Wasser,
0.4995	„	„	1.5860	„	„ 0.2186	„
0.8990	„	„	0.1405	Ammoniumplatinchlorid,		
2.172	„	„	0.215	schwefelsauren Baryt,		
0.6755	„	„	0.0175	Asche,		
0.7120	„	„	0.0192	„		

Reine Kohle:

0.3055	Gramm	gaben	0.9945	Kohlensäure	und 0.1365	Wasser,
0.4200	„	„	0.1100	Ammoniumplatinchlorid.		

Ward's Fiery Vein.

Diese Kohle enthielt, nachdem sie bei 100° C getrocknet war, 1.37 Percent Wasser.

Kohle von mittlerer Qualität:

5.103	Grane	gaben	16.44	Kohlensäure	und 1.805	Wasser,
11.675	„	„	1.895	Ammoniumplatinchlorid,		
12.585	„	„	0.765	schwefelsauren Baryt,		

8.805	Grane	gaben	0.630	Asche,
15.075	„	„	1.050	„

Anmerkung. Die reine Kohle enthält nur 3.82 Percent Asche.

Binea.

Diese Kohle enthielt, nachdem sie bei 100° C getrocknet war 0.82 und 0.91 Percent Wasser.

Kohle von mittlerer Qualität:

4.255	Grane	gaben	13.845	Kohlensäure	und	1.737	Wasser,
3.255	„	„	10.525	„	„	1.344	„
10.110	„	„	2.350	Ammoniumplatinchlorid,			
15.605	„	„	0.380	schwefelsauren Baryt,			
17.265	„	„	0.690	Asche,			
9.095	„	„	0.358	„			

Reine Kohle:

3.955	Grane	gaben	12.917	Kohlensäure	und	1.710	Wasser,
15.975	„	„	0.380	Asche.			

Llangennech.

Hygroskopisches Wasser nicht bestimmt; von der getrockneten Kohle:

Kohle von mittlerer Qualität:

4.079	Grane	gaben	12.860	Kohlensäure	und	1.682	Wasser,
4.145	„	„	13.060	„	„	1.540	„
8.380	„	„	1.425	Ammoniumplatinchlorid,			
8.620	„	„	0.185	schwefelsauren Baryt,			
7.293	„	„	0.434	Asche,			
5.719	„	„	0.370	„			

Reine Kohle:

3.585 Grane gaben 11.060 Kohlensäure und 1.325 Wasser.

Pentrepoth.

Getrocknet. Hygroskopisches Wasser wurde nicht bestimmt.

Kohle von mittlerer Qualität:

3.135	Grane	gaben	10.188	Kohlensäure	und	1.225	Wasser,
3.128	„	„	10.155	„	„	1.315	„
10.040	„	„	0.310	Ammoniumplatinchlorid,			
6.490	„	„	0.215	Asche.			
9.50	„	„	0.325	„			

Schwefel wurde nicht bestimmt.

Oldcastle Fiery Vein.

	Gran.		Percente.
Verwendete Kohle .	106.250		—
Erhaltene Cokes . .	84.75		79.80
Theer	6.230		5.86
Wasser	3.611		3.39
Ammoniumplatinchlorid	4.832	Ammoniak	0.35
Schwefelsaures Bleioxyd	0.915	Schwefelwasserstoff . .	0.12
Kohlensäure . . .	0.470	Kohlensäure	0.44
Oelbildendes Gas .	0.290	Oelbildendes Gas und Kohlenwasserstoff .	0.27
		Andere brennbare Gase	9.77
			100.00

Ward's Fiery Vein.

	Gran.		Percente.
Angewendete Kohle .	236.910		—
Cokes	Zufällig verloren		—
Theer	4.270		1.80
Wasser	7.150		3.01
Ammoniumplatinchlorid	7.650	Ammoniak	0.24
Schwefelsaures Bleioxyd	3.970	Schwefelwasserstoff	0.21
Kohlensäure	4.280		1.80
Oelbildendes Gas . .	0.500		0.21

Binea Kohlen.

	Grane.		Prozente.
Angewendete Kohle .	313.860		—
Cokes	276.170		88.10
Theer	6.540		2.08
Wasser [1])	14.540		3.58
Ammoniumplatinchlorid	3.540	Ammoniak	0.08
Kohlensäure	5.296		1.68
Oelbildendes Gas und Kohlenwasserstoff .	0.985		0.31
Schwefelsaures Bleioxyd	2.070	Schwefelwasserstoff	0.09
		Andere Gase . .	4.08
			100.00

[1]) In den annähernden Analysen wurde die Kohle vor der Erhitzung nicht getrocknet, daher ist das Wasser in einer grösseren Menge da, als es dem gefundenen Sauerstoffe entspricht.

Llangennech.

	Gran.		Percente.
Angewendete Kohle .	311.730		—
Cokes	260.890		83.69
Theer	3.795		1.22
Wasser	12.701		4.07
Kohlensäure	10.023		3.21
Oelbildendes Gas . .	1.340		0.43
Ammoniumplatinchlorid	3.280	Ammoniak . . .	0.08
Schwefelsaures Bleioxyd	0.610	Schwefelwasserstoff	0.02
		Andere Gase . .	7.28
			100.00

B. Chemische Analysen der Kohlen von H. How.

Elementar-Analysen der Kohlen.

Die Methoden zur Bestimmung der Kohlen - Bestandtheile bei den folgenden Analysen waren genau dieselben, die bereits oben erwähnt wurden, mit Ausnahme jener zur Bestimmung des Schwefels. Die Menge dieses Bestandtheiles wurde bestimmt, indem man ungefähr 10 Gran mit Soda und Salpeter im geeigneten Verhältnisse schmelzte, und dann auf gewöhnliche Weise die Schwefelsäure bestimmte. Diese Methode wurde der oben geschilderten vorgezogen, da sie viel weniger Zeit erfordert.

In Betreff der Analysen der „reinen Kohle" wurde es für unnöthig erachtet, die Beispiele dieser Art weiter zu vermehren, denn es war schon eine hinreichende Anzahl gemacht, um im Allgemeinen die Beschaffenheit der verschiedenen Theile einer Kohle erkennen zu lassen, und die Kenntniss dieser Verschiedenheit in jedem einzelnen Beispiele kann nicht hinreichend praktischen Nutzen gewähren, um die beträchtliche Zeitverwendung, die die Ausdehnung der Untersuchung in dieser speciellen Richtung erfordert hatte, zu rechtfertigen. Uebrigens hat mich die Kenntniss der hier bestehenden Ungleichförmigkeit der Kohlen bewogen, mit grosser Sorgfalt solche Stücke zur Analyse auszuwählen, welche so nahe wie möglich den Mittelwerth der ganzen Masse repräsentiren. Folgendes sind die Resultate:

Unmittelbar bei den Versuchen erhaltene Zahlen:

Powell's Duffryn Kohle.

Diese Kohle enthielt, nachdem sie bei 100° C getrocknet war 1.13 Percent Wasser.

Kohle:

2.15	Grane	gaben	6.97	Kohlensäure und 0.88 Wasser,
2.03	„	„	6.56	„ „ „
11.31	„	„	0.36	Asche,
10.78	„	„	0.36	„
8.73	„	„	2.02	Ammoniumplatinchlorid,
6.93	„	„	0.926	schwefelsauren Baryt.

Mynydd Newydd.

Diese Kohle enthielt, nachdem sie bei 100° C getrocknet war 0.61 Percent Wasser.

Kohle:

5.56	Grane	gaben	11.00	Kohlensäure und 1.80 Wasser,
3.49	„	„	10.90	„ „ 1.86 „
12.20	„	„	0.40	Asche,
4.35	„	„	0.14	„
10.00	„	„	2.52	Ammoniumplatinchlorid,
6.63	„	„	0.615	schwefelsauren Baryt.

Die Kohle schwillt in der Hitze sehr an, brennt mit starker Flamme, und hinterlässt eine glänzend rothe Asche.

Three-Quarter Rock Vein.

Diese Kohle enthielt, nachdem sie bei 100° C getrocknet war 1.67 Percent Wasser.

Kohle:

3.65	Grane	gaben	10.10	Kohlensäure und 1.65 Wasser,
3.96	„	„	10.87	„ „ 1.73 „
9.99	„	„	1.07	Asche,
9.81	„	„	1.10	„
13.40	„	„	2.36	Ammoniumplatinchlorid,
8.33	„	„	1.87	schwefelsauren Baryt.

Diese Kohle schwillt in der Hitze sehr an, und lässt eine graue Asche zurück.

Resolven.

Diese Kohle enthielt, nachdem sie bei 100° C getrocknet war, 1.55 Percent Wasser.

Kohle:

3.85 Grane gaben	11.2	Kohlensäure	und 1.55	Wasser,
3.53 „ „			1.60	„
11.31 „ „	1.07	Asche,		
8.32 „ „	0.78	„		
9.08 „ „	2.07	Ammoniumplatinchlorid,		
8.85 „ „	3.39	schwefelsauren Baryt.		

Die Asche war röthlich braun.

Pontypool.

Diese Kohle enthielt, nachdem sie bei 100° C getrocknet war, 1.6 Procent Wasser.

Kohle:

2.59 Grane gaben	7.65	Kohlensäure	und 1.29	Wasser,
2.28 „ „	6.76	„	„ 1.19	„
8.57 „ „	0.48	Asche,		
13.19 „ „	0.72	„		
7.41 „ „	1.60	Ammoniumplatinchlorid,		
5.04 „ „	0.895	schwefelsauren Baryt.		

Bedwas.

Diese Kohle enthielt, nachdem sie bei 100° C getrocknet war, 1.28 Percent Wasser.

Kohle:

2.18 Grane gaben	6.45	Kohlensäure	und 1.16	Wasser,
2.18 „ „	6.44	„	„ 1.20	„
11.36 „ „	0.80	Asche,		
6.72 „ „	0.46	„		
8.66 „ „	1.98	Ammoniumplatinchlorid,		
4.82 „ „	1.298	schwefelsauren Baryt,		
5.48 „ „	1.48	„ „		

Porthmawr Rock Vein.

Diese Kohle enthielt, nachdem sie bei 100° C getrocknet war, 1.7 Percent Wasser.

Wylam's Patent-Brennstoff.

Dieser Brennstoff enthielt, nachdem er bei 100° C getrocknet war, 1.38 Percent Wasser.

Brennstoff.

3.46	Grane gaben	10.10	Kohlensäure und	1.7	Wasser,
2.25	" "	6.62	" "	1.17	"
7.33	" "	0.36	Asche,		
5.64	" "	0.27	"		
10.47	" "	2.89	Ammoniumplatinchlorid,		
8.17	" "	0.803	schwefelsauren Baryt.		

Die Asche hatte eine röthlich graue Farbe.

Grangemouth Kohle.

Diese Kohle enthielt, nachdem sie bei 100° C getrocknet war, 6.42 Percent Wasser.

Kohle:

3.80	Grane gaben	11.16	Kohlensäure und	1.82	Wasser,
3.75	" "	10.95	" "	1.77	"
6.80	" "	0.24	Asche,		
6.50	" "	3.23	"		
10.64	" "	2.30	Ammoniumplatinchlorid,		
7.73	" "	0.842	schwefelsauren Baryt.		

Die Asche hatte eine röthlichgelbe Farbe.

Broomhill Kohle.

Diese Kohle enthielt, nachdem sie bei 100° C getrocknet war, 9.31 Percent Wasser.

Kohle:

3.035	Grane gaben	9.06	Kohlensäure und	1.70	Wasser,
2.85	" "	8.57	" "	1.57	"
10.52	" "	0.33	Asche,		
9.25	" "	0.28	"		
9.34	" "	2.71	Ammoniumplatinchlorid,		
7.01	" "	1.49	schwefelsauren Baryt.		

Die Asche war blassroth.

13.73 Grane gaben 0.21 Asche,
8.14 „ „ 0.12 „
8.12 „ „ 2.80 Ammoniumplatinchlorid,
7.48 „ „ 0.57 schwefelsauren Baryt.

Die Asche war blassroth.

Coleshill.

Diese Kohle enthielt, nachdem sie bei 100° C getrocknet war, 4.91 Percent Wasser.

Kohle:

3.99 Grane gaben 10.82 Kohlensäure.
3.82 „ „ 10.33 „ und 1.77 Wasser,
5.01 „ „ 0.44 Asche,
11.36 „ „ 1.03 „
12.76 „ „ 3.10 Ammoniumplatinchlorid,
7.31 „ „ 1.44 schwefelsauren Baryt.

Die Kohle brannte mit Anschwellen, gab viel Rauch, die Asche war graulich weiss.

Wallsend Elgin.

Diese Kohle enthielt, nachdem sie bei 100° C getrocknet war, 2.49 Percent Wasser.

Kohle:

3.96 Grane gaben 11.02 Kohlensäure und 1.81 Wasser,
4.26 „ „ 11.92 „ „ 1.96 „
6.58 „ „ 0.70 Asche,
6.55 „ „ 0.71 „
6.70 „ „ 0.852 schwefelsauren Baryt,
8.76 „ „ 1.97 Ammoniumplatinchlorid.

Die Kohle brannte anschwellend, gab einen starken Rauch, und hinterliess eine gelblich weisse Asche.

Fordel Splint Kohle.

Diese Kohle enthielt, nachdem sie bei 100° C getrocknet war, 8.4 Percent Wasser.

Kohle:

4.26 Grane gaben 12.41 Kohlensäure und 2.11 Wasser,
4.21 „ „ 12.31 „
10.91 „ „ 0.42 Asche,
7.68 „ „ 0.32 „

10.62 Grane gaben	1.96	Ammoniumplatinchlorid,	
8.54 „ „	0.95	schwefelsauren Baryt.	

Die Kohle brannte mit Anschwellen, gab viel Flamme, und hinterliess eine weisse Asche.

Slievardagh-Kohle, anthrazitisch.

Diese Kohle enthielt, nachdem sie bei 100° C getrocknet war, 4.93 Percent Wasser.

Kohle:

3.53 Grane gaben	10.38	Kohlensäure und	0.67 Wasser,
3.54 „ „	10.37	„ „	0.80 „
10.09 „ „	1.10	Asche,	
9.01 „ „	0.97	„	
14.75 „ „	0.56	Ammoniumplatinchlorid,	
9.77 „ „	4.968	schwefelsauren Baryt.	

Die Kohle brannte mit Rauch, die zurückgebliebene Asche war rothbraun.

Die bei den Versuchen oben angegebenen Zahlen führten, nach gewöhnlicher Art in Gewichtsmengen nach Percenten umgerechnet, zu den Resultaten, die in der Tabelle XVI zusammengestellt sind. *(Tabelle XVI).*

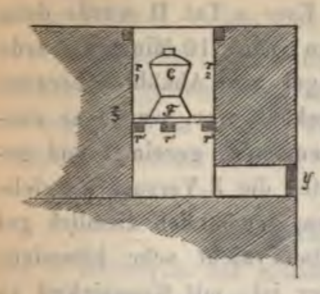
Die Mittelresultate und der Betrag an Sauerstoff in Percenten, so wie die Menge des Sauerstoffes, der erforderlich ist, um die brennbaren Bestandtheile der Kohle zu verzehren, sind in dem Berichte selbst enthalten.

Abtheilung IV.

Heitzkraft der Kohlen von Herrn Arthur Philipps. Versuche mit Bleiglätte.

Um die Heitzkraft der Kohlen, mit denen Versuche vorgenommen wurden, noch weiter zu prüfen, so wie um ihren theoretischen und praktischen Werth zu vergleichen, wurde eine Reihe von Versuchen hinsichtlich der Menge, der von einem gegebenen Gewicht Kohle, reducirten Bleiglätte angestellt. Zu diesem Zwecke wendeten wir den Ofen *E*, Taf. I und II an, welcher 3 abgesonderte Oeffnungen *s*, *s*, *s* von 0.843 Fuss, 0.723 Fuss und 0.482 Fuss Durchmesser besitzt, in welchem ein

Rost für Holz-Kohle in der Tiefe von 0.482 Fuss oder 0.964 Fuss von der Oberfläche durch eiserne Träger befestigt werden kann.



Die Einrichtung desselben wird aus dem nebenstehenden Holzschnitte klar, in welchem *r r* und *r' r' r'* die eisernen Träger vorstellen, *y* ist die Schieberthüre zur Regulirung des Zuges und *G* der Rost. Der Tiegel *C*, welcher die Mischung der Glätte und der pulverisirten Kohle enthält, ruht auf der Unterlage *F*.

Diese Prüfung der Heitzkraft eines Brennmaterials gründet sich auf die nun ziemlich allgemein zugegebene Annahme, dass die Heitzkraft im geraden Verhältnisse zur Menge des beim Verbrennen nöthigen Sauerstoffes steht. Wird also ein Brennstoff im feinvertheilten Zustande mit dem Oxyde eines leicht schmelzbaren Metalles, welches leicht seinen Sauerstoff abgibt, erhitzt, so wird offenbar das Gewicht des erhaltenen Metallkornes ebenfalls im Verhältnisse zum Betrage des dem Oxyde entzogenen Sauerstoffes stehen, und auf diese Weise ein bequemes Mittel zur Vergleichung der Heitzkraft verschiedener Brennstoffe darbieten. Versuche dieser Art fordern übrigens, wenn sie ein gutes Resultat geben sollen, sehr grosse Vorsicht, denn erstlich wird jeder geringe Fehler in der Beobachtung des ursprünglichen Gewichtes des Brennstoffes durch das erhaltene Bleikorn einige 30 Mal vervielfältigt, zweitens muss die Substanz sehr fein vertheilt sein, und drittens muss die grösste Sorgfalt gebraucht werden, um die reducirende Wirkung der Ofengase zu verhindern. Um diese Fehlerquellen zu vermeiden, verfuhren wir folgendermassen: 5 Gran der Substanz wurden gepulvert, und durch das feinste Gaze-Sieb gesiebt, dann auf einen Blatt geglätteten Papiers mit ungefähr 1500 Gran Glätte gemischt, in einen vollkommen reinen irdenen Tiegel eingefüllt, und dann noch mit 500 Gran reiner Glätte bedeckt. Der Deckel wurde dann mit feinen feuerfesten Thon angekittet und die ganze Aussenseite des Tiegels mit derselben Substanz beschlagen, um das Durchgehen der reducirenden Ofengase zu verhin-

dern, der Tiegel in die Nähe des Feuers zum Trocknen gebracht, und nachdem alles Wasser verdampft war, in den schon mit Holzkohle geheitzten Ofen eingesetzt, in welchem er ungefähr 15 Minuten blieb; die konische Esse *a* Taf. II wurde dann aufgesetzt, um den Zug zu vermehren; nach 10 Minuten wurde diese wieder entfernt, und der Tiegel zum Abkühlen herausgenommen. Wenn er hinreichend abgekühlt war, wurde er zerbrochen und das Bleikorn herausgenommen, gereinigt und gewogen. Bei diesen Vorsichten stimmten die 3 Versuche, welche mit jeder Kohle vorgenommen wurden, gewöhnlich ziemlich gut überein, besonders wenn die Substanz nicht sehr bituminös war, in welchem Falle es schwieriger ist, mit Genauigkeit zu arbeiten.

Die Resultate dieser Versuche sind in der Tabelle XVII zusammengestellt, in welcher, wenn auch die Resultate einer und derselben Kohle ziemlich gut zusammenstimmen, sich doch beträchtliche Differenzen in Betreff des Gewichtes der durch die verschiedenen Kohlen erhaltenen Bleikörner ergaben, und ihrer ökonomischen Werthe, wie sie sich bei den praktischen Versuchen unter dem Kessel herausstellten. Es ist übrigens wahrscheinlich, dass dieser Unterschied eher durch die Ungleichförmigkeit der mechanischen Structur, als durch die chemische Zusammensetzung bewirkt wird. *Tabelle XVII.*

Ein anderer Gegenstand von Wichtigkeit bei einer praktischen Untersuchung der Eigenthümlichkeiten von Kohlen, ist die Zusammensetzung der unverbrennlichen Substanzen, welche dieselben enthalten, da diese hauptsächlich ihre Wirkung auf die Metalle bedingen. Dieser Gegenstand, wenn auch ohne Zweifel von weit grösserer Wichtigkeit für den Hüttenmann als für den Maschinisten, ist doch auch für letzteren von hohem Interesse, denn von der Zusammensetzung der Asche, welche eine Kohle enthält, lassen sich sichere Schlüsse in Betreff der Wirkung ziehen, welche bei ihrer Anwendung auf den Rost und auf den Kessel hervorgebracht wird. Der grosse Zeitaufwand, welchen diese Analysen erfordern, machte es unmöglich, dieselben in jedem einzelnen Falle auszuführen, aber hoffentlich werden die Resultate der Aschen-Analysen von 8 verschiedenen Kohlen, die in der Tabelle XVIII enthalten sind, dazu die-

nen, den Gegenstand aufzuklären, wenn es wünschenswerth erscheinen sollte, die Untersuchung in dieser Richtung weiter auszudehnen. Bei diesen Versuchen wurden die Aschen zur Analyse erhalten, indem man die brennbaren Substanzen in einer Muffel wegschaffte, und dann den Rückstand mit kohlensaurem Kali wie ein gewöhnliches Silicat glühte. Die Analysen wurden dann nach den in solchen Fällen gewöhnlichen Methoden vorgenommen. *Tabelle XVIII.*

Erklärung der Tafeln.

Tafel I. Grundriss des Kesselhauses und Apparates.

„ II. Aufriss desselben, den Kessel und die Behälter im Durchschnitte zeigend.

„ III. Endansicht, zeigend die Feuerthüren u. s. w.

„ IV. Details der Sicherheitsklappen und des Apparates, um eine gleichförmige Temperatur des im Kessel enthaltenen Wassers hervorzubringen.

„ V. Grund- und Aufriss des Kessels der Par Consols Grube.

Die Buchstaben beziehen sich gleichmässig auf alle Tafeln, mit Ausnahme von Nr. V.

A Kesselhaus.

B Laboratorium des Collegiums für Civil-Ingenieure.

C Barometerzimmer.

D Esse des Versuchskessels.

E Ofen zur Untersuchung der Heitzkraft.

E F Wasserbehälter.

e f Glasröhren (graduirt?)

E' Speiseröhre.

G Röhre zur Speisung der Behälter *E F* mit Wasser.

H I Eiserne Röhren, leicht schmelzbares Metall enthaltend, um die Hitze in den Abzügen durch eingesenkte Thermometer bestimmen zu können.

J Graduirte Röhre zur Bestimmung des Wasserstandes im Kessel.

j j Graduirte Röhren der Behälter.

j' j' Hähne zur Herstellung der Verbindung zwischen den Behältern und graduirten Röhren.

K Schieber in der Esse.

K' K' Schnur zur Regulirung dieses Schiebers.

L Eiserne Röhre zur Aufnahme eines Thermometers, der die Temperatur des Wassers im Kessel anzeigt.

M Dampfmesser.

N Sicherheitsklappen.

O Mannsloch.

O' Gewichte an den Sicherheitsklappen.

P Druckpumpe zur Erzielung einer Gleichförmigkeit der Temperatur bei Anfang und Ende jedes Versuches.

P' Gegengewicht zur Pumpen-Handhabe.

Q Q Q, T T T Apparat zur Erzielung einer gleichförmigen Temperatur.

R Vierweghahn, um das Speisungswasser entweder aus der Röhre *E'* in die Röhre *Q Q Q* zu leiten, oder um eine Verbindung der letztern mit der Pumpe *P* herzustellen, je nachdem es das Bedürfniss erfordert.

R' Ableitungsröhre, durch welche der Dampf in die freie Luft entweicht.

S Dreiweghahn, um die Röhre *E'* zu schliessen, und zu gleicher Zeit eine Verbindung zwischen dem Kessel und der Pumpe *P* herzustellen.

T T T Durchbohrte Kupfer-Rosen zur Vertheilung des kalten Wassers an der Oberfläche des schon in dem Kessel enthaltenen Wassers.

T' T' T' Hähne zur Schliessung der Verbindung des Ausgleichungs-Apparates.

U Sandbad.

U' Esse desselben.

V V Apparat zur Untersuchung der näheren Bestandtheile der Kohlen.

X Zapfen zum Ablassen des Wassers im Kessel.

Y Y Y Schieberthüren zur Regulirung der zum Feuerraume *S S S* eintretenden Luft.

Z Z Schubkisten für die Kohle, die auf Frictionsrollen laufen.

a a Tragbare eiserne Essen zur Vermehrung des Zuges der Oefen.

b Zweiweghahn zur Verbindung der Röhre *E'* mit dem Behälter *E* oder *F*.

b' Hahn zur Regulirung des Zuflusses vom Speisewasser.

c d e f g h' Sylvester's Patent-Feuerthüren.

Ein Röhrenkessel D^3 wurde ebenfalls errichtet, um vergleichende Beobachtungen anzustellen, aber bis jetzt nur wenig benützt.

Erklärung der Tafel V.

A A Kessel.

B B Innere Abzüge derselben.

C C Aeussere Abzüge derselben.

D D Apparat zur Erhitzung des Speisewassers, bevor dasselbe in die Kessel tritt.

E E Speiseröhre.

F Feuerrost.

Tabellen.

Tabelle I für die specifische und latente Wärme des Wassers und Dampfes. (Seite 15.)

Luft-Thermometer nach Celsius.	Quecksilber-Thermometer nach Celsius.	Zahl der Wärme-Einheiten, die von 1Kilog. Wasser (1.785 W.Pf.) bei der Abkühlung von T zu 0° entbunden werd.	Luft-Thermometer nach Fahrenheit.	Quecksilber-Thermometer nach Fahrenheit.	Zahl der Wärme-Einheiten, die in 1 Wiener Pfund Wasser bei T° enthalten sind.	Mittlere specifische Wärme des Wassers zwischen 0° und T° Celsius oder zwischen 32° und T° Fahrenheit.	Specifische Wärme des Wassers zwischen T und T+dT.	Latente Wärme des bei der Temperatur T gesättigten Dampfes. Celsius.	Fahrenheit.
0°	. .	0.000	32°	. .	39.507	. .	1.0000	606.5	1091.7
10	. .	10.002	50	. .	61.733	1.0002	1.0005	599.5	1079.1
20	. .	20.010	68	. .	83.974	1.0005	1.0012	592.6	1066.7
30	. .	30.026	86	. .	106.232	1.0009	1.0020	585.7	1054.2
40	. .	40.051	104	. .	128.510	1.0013	1.0030	578.7	1041.6
50	50.2°	50.087	122	122°.36	150.813	1.0017	1.0042	571.6	1028.9
60	. .	60.137	140	. .	173.147	1.0023	1.0056	564.7	1016.4
70	. .	70.210	158	. .	195.536	1.0030	1.0072	557.6	1003.7
80	. .	80.282	176	. .	217.915	1.0035	1.0089	550.6	991.1
90	. .	90.381	194	. .	240.357	1.0042	1.0109	543.5	978.3
100	100.0	100.500	212	212.0	262.845	1.0050	1.0130	536.5	965.7
110	. .	110.641	230	. .	285.381	1.0058	1.0153	529.4	952.9
120	. .	120.806	248	. .	307.970	1.0067	1.0177	522.3	940.1
130	. .	130.997	266	. .	330.618	1.0076	1.0204	515.1	927.2
140	. .	141.215	284	. .	353.326	1.0087	1.0232	508.0	914.4
150	150.0	151.462	302	302.0	376.098	1.0097	1.0262	500.7	901.2
160	. .	161.741	320	. .	398.939	1.0109	1.0294	493.6	888.5
170	. .	172.052	338	. .	421.853	1.0121	1.0328	486.2	875.1
180	. .	182.398	356	. .	444.845	1.0133	1.0364	479.0	862.2
190	. .	192.779	374	. .	467.915	1.0146	1.0401	471.6	848.9
200	200.0	203.200	392	392.0	491.073	1.0160	1.0440	464.3	835.7
210	. .	213.660	410	. .	514.318	1.0174	1.0481	456.8	822.2
220	. .	224.162	428	. .	537.642	1.0189	1.0524	449.4	808.9
230	. .	234.708	446	. .	561.092	1.0204	1.0568	441.9	795.4

Tabelle II über den ökonomischen

Name der bei den Versuchen angewendeten **Kohle.**	Oekonomische Verdampfungskraft, oder Zahl der Wiener Pfunde Wasser, die bei 100° durch 1 Pfund Kohle verdampft werden.	Gewicht von 1 Wiener Kubikfuss der Kohle, wie sie als Brennstoff verwendet wird. In Wiener Pfunden.	Gewicht von 1 Kubikfuss, berechnet nach der Dichte. In Wiener Pfunden.	Verhältniss von B zu C, oder des ökonomischen zum theoretischen Gewichte.
Kohlen aus Wales:	A.	B.	C.	D.
Graigola	9.35	54.365	73.288	0.742
Anthrazit, Jones and Co	9.46	52.634	77.516	.679
Old Castle Fiery Vein .	8.94	46.007	72.667	.633
Ward's Fiery Vein . .	9.40	51.896	75.766	.685
Binea	9.94	51.577	73.514	.702
Llangennech	8.86	51.442	73.959	.695
Pentrepoth	8.72	52.154	73.851	.705
Pentrefelin	6.36	59.787	76.558	.781
Duffryn	10.14	48.089	74.744	.643
Mynydd Newydd . . .	9.52	50.899	73.851	.689
Three-quarter Rock Vein	8.84	50.952	75.540	.674
Cwm-Frood Rock Vein .	8.70	49.948	70.750	.706
Cwm Nanty-gros . . .	8.42	50.599	72.160	.701
Resolven	9.53	53.003	74.415	.712
Pontypool	7.47	50.330	74.411	.676
Bedwas	9.79	45.631	74.637	.611
Ebbw Vale	10.21	48.161	70.212	.676
Porthmawr	7.53	48.161	78.362	.614
Coleshill	8.0	47.890	72.724	.658
Kohlen aus Schottland:				
Dalkeith, Jewel Seam .	7.08	44.999	71.991	.625
Dalkeith, Coronation Seam	7.71	46.679	71.032	.657
Wallsend Elgin . . .	8.46	49.336	71.032	.694
Fordel Splint	7.56	49.698	71.032	.699
Grangemouth	7.40	49.020	72.721	.674
Kohlen aus England:				
Broomhill	7.3	47.449	70.469	.673
Lydney (Wald von Dean)	8.52	48.973	72.329	.68
Slievardagh, Irland, Anthrazit	9.85	56.746	89.971	.630
Patent Kohlen:				
Wylam's Patent Brennstoff	8.92	58.806	62.013	.948
Bell's „ „ .	8.53	59.005	64.267	.918
Warlich's „ „ .	10.36	62.393	65.283	.955

Werth der Kohlen. (Seite 18.)

Unterschied zwischen dem theoretischen und ökonomischen Gewichte in Procenten.	Raum, den eine Tonne (ökonomisches Gewicht) Wiener Pfund 1814.355 einnimmt. In Wiener Cubik-Fussen.	Resultate der Versuche über die Cohäsionskraft der Kohlen. In Procenten der grossen Stücke.	Verdampfungskraft der Kohle. Nach Abzug der verbrennbaren Substanzen in den Rückständen.	Gewicht des Wassers, welches bei 100° durch 1 Wiener Cubik-Fuss der Kohle verdampft wird.	Zeit der Verdampfung oder Zahl der Wiener Pfunde Wassers, welche in 1 Stunde verdampft wurden. Im Mittel.
E.	F.	G.	H.	I.	
34.8	33.369	49.3	9.66	52.517	357.589
47.26	34.362	68.5	9.7	51.055	331.581
57.916	39.428	57.7	. .	41.130	376.073
46.	34.955	46.5	10.6	55.009	429.208
42.53	35.170	51.2	10.3	53.124	390.037
43.76	35.261	53.5	9.2	47.326	302.300
40.17	34.776	46.5	8.98	46.835	309.007
28.051	30.339	52.7	7.4	44.242	200.359
55.43	37.725	56.2	11.80	48.805	331.541
45.09	35.636	53.7	10.59	48.456	381.249
48.26	35.601	52.7	. .	45.040	394.346
41.648	36.318	72.5	9.35	43.454	307.630
42.60	35.852	55.7	8.82	42.606	327.361
40.39	34.229	35.0	10.44	50.513	316.094
47.845	36.045	57.5	8.04	37.596	202.818
63.565	39.724	54.0	9.99	44.673	386.328
45.98	37.877	45.0	10.64	49.173	372.768
62.7	37.662	62.0	7.75	36.265	281.419
51.85	37.877	62.0	8.34	38.313	329.183
59.984	40.315	85.7	7.10	31.859	287.688
52.17	38.863	88.2	7.86	35.989	299.757
43.78	36.766	64.0	8.67	41.639	352.964
42.92	36.497	63.0	7.69	37.571	376.624
48.35	35.968	69.7	7.91	36.275	308.116
48.55	38.245	65.7	7.66	34.630	321.863
47.02	36.873	55.0	8.98	41.914	394.614
58.55	31.962	74.0	10.49	55.894	383.266
5.45	30.841	. .	9.74	52.448	339.292
8.91	30.743	. .	8.65	50.330	444.768
4.49	29.075	. .	10.60	64.639	370.841

Tabelle III über die Zusammensetzung

Localität oder **Name** der **Kohle.**	Specifisches Gewicht der Kohle.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.
Kohlen aus Wales: —			
Graigola	1.30	84.87	3.84
Anthrazit	1.375	91.44	3.46
Oldcastle Fierÿ Vein . .	1.289	87.68	4.89
Ward's Fierÿ Vein . .	1.344	87.87	3.93
Binea Kohle	1.304	88.66	4.63
Llangennech	1.312	85.46	4.20
Pentrepoth	1.31	88.72	4.50
Pentrefelin	1.358	85.52	3.72
Duffrÿn	1.326	88.26	4.66
Mynydd Newydd . . .	1.31	84.71	5.76
Three-quarter Rock Vein	1.34	75.15	4.93
Cwm Frood Rock Vein	1.255	82.25	5.84
Cwm Nantÿ-gros . . .	1.28	78.36	5.59
Resolven	1.32	79.33	4.75
Ponty Pool	1.32	80.70	5.66
Bedwas	1.32	80.61	6.01
Ebbw Vale	1.275	89.78	5.15
Portmawr Rock Vein .	1.39	74.70	4.79
Coleshill	1.29	73.84	5.14
Kohlen aus Schottland: —			
Dalkeith Jewel Seam .	1.277	74.55	5.14
Dalkeith CoronationSeam	1.316	76.94	5.20
Wallsend Elgin	1.20	76.09	5.22
Fordel Splint	1.25	79.58	5.50
Grangemouth	1.29	79.85	5.28
Kohlen aus England: —			
Broomhill	1.25	81.70	6.17
Park End, Lydneÿ . .	1.283	73.52	5.69
Slievardagh (Jrland) . .	1.59	80.03	2.30
Ausländische Kohlen: —			
Formosa Island	1.24	78.26	5.70
Borneo (Labuan kind) .	1.28	64.52	4.74
„ „ 3 Fuss-Lager .	1.37	54.31	5.03
„ „ 11 Fuss-Lager .	1.21	70.33	5.41
Patent Brennstoffe: —			
Wÿlam's Patent-Brennstoff	1.10	79.91	5.69
Bell's „ „ .	1.14	87.88	5.22
Warlich's „ „ .	1.15	90.02	5.56

der Kohlen im Mittel. (Seite 19.)

Stickstoff.	Schwefel.	Sauerstoff.	Asche.	Coaks in Procenten.
0.41	0.45	7.19	3.24	85.5
0.21	0.79	2.58	1.52	92.9
1.31	0.09	3.39	2.64	79.8
2.02	0.83	In der Asche enthalten	7.04	. .
1.43	0.33	1.03	3.96	88.10
1.07	0.29	2.44	6.54	83.69
0.18	. .	3.24	3.36	82.5
Spuren	0.12	4.55	6.09	85.0
1.45	1.77	0.60	3.26	84.3
1.56	1.21	3.52	3.24	74.8
1.07	2.85	5.04	10.96	62.5
1.11	1.22	3.58	6.00	68.8
1.86	3.01	5.58	5.60	65.6
1.38	5.07	In der Asche enthalten	9.41	83.9
1.35	2.39	4.38	5.52	64.8
1.44	3.50	1.50	6.94	71.7
2.16	1.02	0.39	1.50	77.5
1.28	0.91	3.60	14.72	63.1
1.47	2.34	8.29	8.92	56.0
0.10	0.33	15.51	4.37	49.8
Spuren	0.38	14.37	3.10	53.5
1.41	1.53	5.05	10.70	58.45
1.13	1.46	8.33	4.00	52.03
1.35	1.42	8.58	3.52	56.6
1.84	2.85	4.37	3.07	59.2
2.04	2.27	6.48	10.00	57.8
0.23	6.76	In der Asche enthalten	10.80	90.1
0.64	0.49	10.95	3.96	. .
0.80	1.45	20.75	7.74	. .
0.98	1.14	24.22	14.32	. .
0.67	1.17	19.19	3.23	. .
1.68	1.25	6.63	4.84	65.8
0.81	0.71	0.42	4.96	71.7
Spuren	1.62	In der Asche enthalten	2.91	85.1

Tabelle VI über die wirkliche und die theoretisch

Name oder Localität der Kohle.	Zahl der Pfunde Wasser, die durch 1 Pfund Kohle wirklich in Dampf verwandelt werden. (Praktisch.)	Zahl der Pfunde Wasser, die durch 1 Pfund der von der Kohle zurückgelassenen Koks in Dampf verwandelt werden können. (Theoretisch.)	Zahl der Pfunde Wasser, die durch den Kohlenstoff der Kohle in Dampf verwandelt werden können. (Theoretisch.)	Zahl der Pfunde Wasser, die durch den Wasserstoff der Kohle in Dampf verwandelt werden können. (Theoretisch.)
	A.	B.	C.	D.
Graigola	9.35	11.301	9.444	1.541
Anthrazit, Jones Aubrey and Co.	9.46	12.554	10.175	1.644
Oldcastle Fierÿ Vein	8.94	10.601	9.757	2.340
Ward's Fierÿ Vein	9.40	. .	9.778	2.058
Binea	9.94	11.560	9.866	2.358
Llangennech	8.86	10.599	9.509	2.040
Pentrepoth	8.72	10.873	9.872	2.145
Pentrefelin	6.36	10.841	9.516	1.650
Powell's Duffrÿn	10.15	11.134	9.821	2.402
Mÿnÿdd Newydd	9.52	9.831	9.284	2.787
Three-quarter Rock Vein	8.84	7.081	8.363	2.252
Cwm Frood Rock Vein	8.70	8.628	9.152	2.825
Cwm Nanty-Gros	8.42	8.243	8.721	2.563
Resolven	9.53	10.234	8.827	2.488
Pontypool	7.47	8.144	8.981	2.597
Bedwas	9.79	8.897	8.970	3.050
Ebbw Vale	10.21	10.441	9.991	2.672
Porthmawr Rock Vein	7.53	6.647	8.312	2.063
Coleshill	8.0	6.468	8.217	2.149
Dalkeith Jewel Seam	7.08	6.239	8.295	1.677
„ Coronation	7.71	6.924	8.561	1.783
Wallsend Elgin	8.46	6.560	8.467	2.404
Fordel Splint	7.56	6.560	8.355	2.335
Grangemouth	7.40	7.292	8.885	2.204
Broomhill	7.30	7.711	9.092	2.946
Park End, Lydneÿ	8.52	6.567	8.181	2.556
Slievardagh (Irland)	9.85	10.895	8.905	1.204
Formosa Island	. .	. .	8.708	2.268
Borneo (Labuan kind)	. .	. .	7.179	1.124
„ 3 Fuss-Lager	. .	. .	6.043	1.048
„ 11 „ „	. .	. .	7.817	1.542
Wylam's Patent Brennstoff	8.92	8.378	9.060	2.547
Warlich's „ „	10.36	11.292	10.017	2.912
Bell's „ „	8.53	9.168	9.779	2.707

mögliche Leistung der untersuchten Kohlen. (Seite 23.)

Zahl der Pfunde Wasser, die durch 1 Pfund der gesammten Kohle in Dampf verwandelt werden können. (Theoretisch.)	Wirklich erzeugte Kraft, oder Zahl der Pfunde, welche 1 Pfund der Kohle 1 Fuss hoch heben kann. (Berechnet nach der erhaltenen Hitze.)	Möglicherweise zu erzeugende Kraft oder Zahl der Pfunde, die durch 1 Pfund der Kohle 1 Fuss hoch gehoben werden könnte. (Theoretisch.)	Ammoniakmenge, dem in der Kohle enthaltenen Stickstoff entsprechend.	Menge des schwefelsauren Ammoniaks, dem in der Kohle enthaltenen Stickstoff entsprechend.
E.	F.	G.	H.	I.
13.563	6,807,421	9,874,766	0.497	1.932
14.593	6,887,509	10,624,674	0.225	0.990
14.936	6,484,593	10,874,401	1.590	6.175
14.614	6,843,824	10,639,963	1.238	4.808
15.093	7,236,981	10,988,707	1.586	6.741
14.260	6,450,668	10,382,227	1.299	5.044
14.838	6,348,739	10,803,050	0.218	0.848
13.787	4,630,502	10,037,852	Spuren	. .
15.092	7,389,146	10,987,979	1.76	6.835
14.904	6,931,192	10,851,102	1.808	7.340
13.106	6,435,440	9,542,039	1.299	5.044
14.788	6,333,521	10,766,647	1.347	5.232
13.932	6,129,683	10,143,422	1.919	7.448
13.971	6,937,753	10,171,817	1.675	6.505
14.295	5,438,092	10,407,710	1.639	6.364
14.841	7,127,031	10,805,234	1.748	6.788
15.635	7,432,788	10,629,393	2.622	10.182
12.811	5,481,771	9,326,259	1.554	6.033
12.799	5,823,927	9,318,523	1.785	6.930
12.313	5,154,175	8,964,682	1.214	0.471
12.772	5,612,809	9,298,865	Spuren	. .
13.422	6,158,803	9,772,108	1.712	6.647
13.817	5,503,611	10,059,695	1.372	5.327
13.692	5,387,132	9,968,686	1.639	6.364
14.863	5,314,334	10,821,252	2.234	8.674
13.257	6,202,483	9,651,977	1.477	9.617
12.482	7,170,711	9,097,726	0.279	1.084
13.553	. .	9,867,485	0.777	3.017
10.252	. .	7,464,137	0.977	3.771
8.756	. .	5,974,950	1.132	4.620
11.600	. .	8,445,570	0.813	3.158
14.331	6,493,678	10,433,921	2.040	7.920
15.964	7,541,986	11,622,854	Spuren	. .
15.417	6,209,763	11,224,600	0.983	3.818

Tabelle VII. (Seite 27.)

Namen.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Stickstoff.	Schwefel.	Sauerstoff.	Asche.	Specifisches Gewicht.
Formosa Island	78.26	5.70	0.64	0.49	10.95	3.96	1.24
Borneo, Labuan kind	64.52	4.74	0.80	1.45	20.75	7.74	1.28
" 3 Fuss-Lager	54.31	5.03	0.98	1.14	24.22	14.32	1.37
" 11 Fuss-Lager	70.33	5.41	0.67	1.17	19.19	3.23	1.21

			Graigola Kohle.		
	28er	11. Jänner 1. Tag.	18. Jänner 1. Tag.	19. Jänner 2. Tag.	20. Jänner 3. Tag.
Feuer		8 h. 35 h.	8 h. 50 Min.	8 h. 15 Min.	8 h. 10 Min.
Ventil	9 Min.	9 h. 20 Min.	9 h. 20 Min.	8 h. 40 Min.	8 h. 30 Min.
Gewic zes		8.0099	8.099	8.099	8.099
Anfan sers	6	86°.6·88°	87°.77	103°.33	103°.33
Tempe Beh		1°.1.22	1°.11	2°.22	2° 22
Barom		0.767641	0.7656	0.7671	0.7642
Extrem met	.88	. . 6-2°.22	. . .	0—3°.88	—1°.11-2°.22
Extrem ters	3°.77	8°.33—1-11°.11	7°.22—10°.0	7°.22—11°.11	7°.22—11°.11
Thaup		3°.0.44	3°.61	5°	5°.55
Geöffn von		0.80.5	0.340	0.340	0.340
Gewic in		334.40.43	336.91	294.8	286.7
Gewic Asc		11.71	8.09	14.57	17.00
Brenn Asc		20.40.82	32.99	37.96	51.64
Gewic Lös		14.7.81	13.76	13.76	13.76
Brenn in		35.40.96	60.57	38.66	39.74
Gewic der		7.4.78	5.26	4.85	2.42
Mittel Ess		0.80.21	1.01	1.01	1.01
Brenn in	.	41. . .	46.24	. . .	. . .
Gewic sers	3	2727.95.31	2594.91	2395.68	2296.06
Gewic von sers		9.8.79	9.27	9.47	9.3
Gewic de fläc		8.66.568	8.736	7.644	7.434
Dauer	8 en	8 Stunden	8 Stunden	8 Stunden	8 Stunden
Speci		1·3 . .	1·3	. . .	. . .
Mittle fuss		50.9 . .	54·354	. . .	. . .
Raum der		35.6 . .	33·358	. . .	. . .
Cohäs		53.7 . .	49·3	. . .	. . .

	Broomhill Kohle			Resolven Kohle		
ärz Tag.	2. März 2. Tag.	3. März 3. Tag.	15. März 1. Tag.	16. März 2. Tag.	17. März 3. Tag.
h. 5 Min.	8 h. 15 Min. 8 h. 55 Min.	8 h. 8 h. 40 Min.	11 h. 45 Min. 12 h. 45 Min.	8 h. 15 Min. 8 h. 30 Min.	8 h. 15 Min. 8 h. 30 Min.
)99	8.099	8.099	8.099	8.099	8.099
.77	102°.22	72°.77	71°.11	103°.33	102°.77
.22	3°.33	5°.55	8°.33	6°.66	8°.33
710	0.754	0.7698	0.7675	0.7591	0.7573
.	0—3°.33	3.88—5°.0	. . .	8.88—11°.11	7·77—13°.33
-10°.0	8.33—12°.77	8.88—11°.66	11.11—15°.55	11.11—17°.77	13·33—21°.11
.44	5°.83	6°.11	7°.77	9°.16	10°.0
)03	0.542	6.542	0.542	0.362	0.362
.14	291.56	349.87	298.85	254.3	242.97
04	4.85	4.45	6.07	5.66	6,07
.56	69.9	59.97	78.7	53.46	42.86
66	4.85	4.85	7·69	4.04	5.66
.21	38.43	49.94	63.68	70.78	71.31
91	0.60	. . .	Keine	. . .	. . .
61	1.61	1.61	0.809	0.809	0.800
.45	. . .	. . .	41	. . .	. . .
3.46	1883.82	2040.13	2041.75	2313.88	2009.36
55	9.02	8.7	8.53	10.52	9.54
)97	6.30	7.53	7.761	6.24	6.3
nden	8 Stunden	8 Stunden	8 Stunden	8 Stunden	8 Stunden
25	. . .	. . .	1.32	. . .	. . .
433	. . .	. . .	52.999	. . .	. . .
232	. . .	. . .	34.218	. . .	. . .
.7	. . .	. . .	35	. . .	. . .

Tabelle IX. Uebersicht. (Seite 69.)

Namen der bei den Versuchen verwendeten Kohlen.	Verdampfungskraft oder Zahl der verdampften Pf. Wasser bei 100° C durch 1 Pf. Kohle (ökonomisches Gewicht).	Gewicht von 1 Cubik-Fuss der als Brennmaterial benützten Kohle in Pfunden.	Gewicht von 1 Cubik-Fuss Kohle berechnet nach der Dichte in Pfunden.	Verhältniss von *B* zu *C* oder des ökonomischen zum theoretischen Gewichte.	Unterschied in Procenten zwischen dem theoretischen und ökonomischen Gewichte.	Raum, welchen 1 Tonne ökonomischen Gewichtes in Cubik-Fussen einnimmt.	Resultate der Versuche über die Cohäsionskraft der Kohlen. (Nach Procenten der grossen Kohlenstücke).	Verdampfungskraft der Kohle nach Abzug der brennbaren Substanzen in dem Rückstande.	Rückstand der Kohle in Procenten. Im Mittel.
	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.	I.
Pentrefelin	6.36	59.702	76.507	.781	28.051	30.343	52.7	7.4	27.7
Duffryn	10.149	48.057	74.696	.643	55.43	37.729	56.2	11.80	7.81
Oldcastle Fiery Vein	8.94	45.977	72.619	.633	57.946	39.432	57.7	. .	6.57
Binea	9.446	51.543	73.465	.702	42.53	35.174	51.2	10.3	8.22
Mynydd Newydd	9.52	50.865	73.802	.689	45.09	35.64	53.7	10.59	8.28
Resolven	9.53	52.969	74.365	.712	40.39	34.233	35.0	10.44	4.71
Anthrazit Jones and Co.	9.46	52.599	77.464	.679	47.26	34.466	68.5	9.7	9.58
Ward's Fiery Vein	9.4	51.861	75.716	.685	46.	34.959	46.5	10.6	7.44
Llangennech	8.86	51.407	73.91	.695	43.76	35.264	53.5	9.2	11.04
Three-quarter Rock Vein	8.84	50.918	75.49	.674	48.26	35.605	52.7	. .	7.36
Graigola	9.35	54.329	73.239	.742	34.8	33.372	49.3	9.66	9.27
Lydney (Wald von Dean)	8.52	49.162	72.281	.68	47.02	36.967	55.0	8.98	4.06
Pentreporth	8.72	52.121	73.802	.705	40.17	34.78	46.5	8.98	10.47
Cwm Frood Rock Vein	8.70	4[illegible].915	70.703	.706	41.648	36.322	72.5	9.36	7.8
Cwm Nanty Gros	8.42	50.568	72.112	.701	42.60	35.856	55.7	8.82	5.44
Wylam's Patent Brennstoff	8.92	58.767	61.971	.948	5.45	30.845	70.0	9.74	7.27
Grangemouth	7.4	48.987	72.673	.674	48.35	35.972	69.7	7.91	5.26
Broomhill	7.3	47.407	70.423	.673	48.55	38.249	65.7	7.66	3.23

	Warlich's Patent-Brennstoff.			Ebbw Vale Kohle.		
st	11. August 1. Tag.	12. August 2. Tag.	13. August 3. Tag.	6. September 1. Tag.	7. September 2. Tag.	9. September 3. Tag.
Min.	8 h. 45 Min. 9 h. 30 Min.	9 h. 9 h. 50 Min.	9 h. 9 h. 25 Min.	9 h. 9 h. 45 Min.	9 h. 15 Min. 9 h. 50 Min.	10 h. 25 Min. 11 h. 15 Min.
	8.099	8.099	8.099	8.099	8.099	8.099
	84°.44	100°.00	100°.00	77°.77	94°.44	87°.77
	21°.11 0.7665	23°.33 0.7680	22°.77 0.7690	12°.77 0.7604	17°.22 0.7622	15°.00 0.7655
.44	15.55—23°.38	17.22—29°.44	12.77—24°.44	4.44—13°.88	12.22—15°.55	10.55—18°.33
44	20.55—23°.88 13°.33	23.33—26°.66 20°.0	23.33—26°.66 12°.77	13.88—20°.55 7°.22	15.55—18°.33 . . .	18.88—21°.66 . . .
	0.715	0.370	0.517	0.715	0.370	0.542
	357.16	200.04	300.47	360.4	258.35	259.16
	4.85	11.33	8.9	5.66	10.52	6.47
	25.43	35.68	15.68	92.0	94.2	83.9
	6.47	6.47	4.85	7.12	8.09	7.28
	61.76	59.0	77.93	97.5	14.1	74.6
	5.66	1.61	4.04	1.05	. . .	2.59
	. . .	. . .	. . .	1.61	1.61	1.61
	. . .	. . .	. . .	57.9	. . .	. . .
	3126.21	1797.97	2802.25	2931.83	2186.73	2526.88
	10.32	10.11	10.62	10	9.44	11.20
n	9.256 8 Stunden 1.15	5.182 8 Stunden . . .	7.786 8 Stunden . . .	9.34 8 Stunden 1.275	6.694 8 Stunden . . .	6.804 8 Stunden . . .
	62.386	. . .	. . .	48.183	. . .	. . .
	29.066	. . .	. . .	37.864	. . .	. . .
	. . .	. . .	. . .	45.0	. . .	. . .
	. . . 100° . . .			. . . 87.°7 C.		

	e.	Dalkeith Coronation Seam. Dalkeith Jewel Seam.		Bell's Brennstoff.	
	September 3. Tag.	10. September Coronation Seam.	11. September Jewel Seam.	8. December 1. Tag.	9. December 2. Tag.
Feuer	h. 15 Min.	8 h. 30 Min.	11 h.	9 h.	10 h.
Venti	h. 55 Min.	9 h.	11 h. 40 Min.	9 h. 50 Min.	10 h. 25 Min.
Gewi zes	8.099	8.099	8.099	8.099	8.099
Anfar ser	90°.55	82°.22	89°.44	92°.22	96°.11
Temp	16°.11	18°.33	16°.11	8°.88	10°.0
Bel Baroi	0.7685	0.7650	0.7655	. . .	0.7581
Extre me	22—15°.0	9.44—18°.88	12.22—16°.11	0—13°.33	9.44—13°.33
Extre ter	77—19°.44	21.11—22°.22	20.0—21°.11	8.88—13°.33	15.55—19°.44
Taup	10°.	9°.44	13°.33	4°.44	12°.22
Geöff vor	0.542	0.542	0.542	0.715	0.542
Gewi in	573.36	233.25	243.77	472.98	361.21
Gewi As	6.47	7.28	4.85	8.09	6.47
Bren As	40.0	18.8	20.5	4.02	18.2
Gewi Lö	4.85	5.83	4.04	4.48	4.04
Bren Lö	72.1	42	24.8	93.5	84.3
Gewi de	4.04	6.47	6.47	15.38	12.95
Mitte de	0.809	. . .	. . .	. . .	. . .
Bren in	. .	. . .	. . .	. . .	. . .
Gew se	2664.57	1538.81	1522.61	2964.23	3029.02
Gew vo se	8.21	7.71	7.08	7.33	9.74
Gew de Rc	9.676	8.064	8.652	12.264	12.726
Daue	Stunden	6 Stunden	6 Stunden	8 Stunden	8 Stunden
Spec	. .	1.316	1.277	1.14	. . .
Mitt fu	. .	49.837	44.994	58.998	. . .
Raui de	. .	38.85	40.302	30.732	. . .
Coh	. .	88.2	85.7	. . .	. . .
Ann	. . . . .	. . . . . 82.°2 C.		. . . . . . 95.°5 C.	

Tabelle XI. Uebersicht. (Seite 78.)

Namen der bei den Versuchen verwendeten Kohlen.	Verdampfungskraft oder Zahl der verdampften Pf. Wasser bei 100° C durch 1 Pf. Kohle (ökonomisches Gewicht).	Gewicht von 1 Cubik-Fuss der als Brennmaterial benützten Kohle in Pfunden.	Gewicht von 1 Cubik-Fuss Kohle, berechnet nach der Dichte in Pfunden.	Verhältniss von B zu C oder des ökonomischen zum theoretischen Gewichte.	Unterschied in Procenten zwischen dem theoretischen und ökonomischen Gewichte.	Raum, welchen 1 Tonne ökonomischen Gewichtes in Cubik-Fussen einnimmt.	Resultate der Versuche über die Cohäsionskraft der Kohlen. (Nach Procenten der grossen Kohlenstücke.	Verdampfungskraft der Kohle nach Abzug der brennbaren Substanz in dem Rückstande.	Rückstand der Kohlen in Procenten. Im Mittel.	Gewicht des bei 100° C von 1 Cubik-Fuss verdampften Wassers.
	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.	I.	K.
Pontypool	7.47	50.297	74.362	.6763	47.845	36.049	57.5	8.04	12.63	375.71
Bedwas	9.79	45.601	74.587	.6113	63.565	39.728	54.0	9.99	4.79	446.43
Porthmawr	7.53	48.129	78.309	.614	62.7	37.66	62.0	7.75	9.54	362.41
Warlich's Patent Brennstoff	10.36	62.352	65.239	.955	4.49	29.079	. .	10.60	6.79	645.96
Ebbw Vale	10.21	48.129	71.165	.676	45.98	37.881	45.0	7.10	5.87	491.403
Dalkeith Jewel Seam . .	7.08	44.969	71.943	.625	59.984	40.32	85·7	7.10	3.92	318.37
„ Coronation Seam	7.71	46.648	70.985	.657	52.17	38.867	88.2	7.86	5.9	359.65
Fordel Splint	7.56	49.665	70.985	.699	42.92	36.501	63.	7.69	2.86	375.46
Wallsend Elgin	8.46	49.303	70.985	.694	43.78	36.77	64.	8.67	4.73	416.12
Slievardagh	9.85	56.709	89.911	.630	58.55	31.965	74.	10.49	7.25	558.57
Coleshill	8.0	47.859	72.676	.658	51.85	37.881	62.	8.34	7.78	382.87
Bell's Patent Brennstoff	8.53	58.965	64.224	.918	8.91	39.746	. .	8.65	6.70	521.031

Tabelle XII. (Seite 82.)

Name der Kohle.	Verdampfungskraft im Versuchkessel durch den Versuch gefunden.	Verdampfungskraft im Cornwall'schen Kessel.
Mynydd-Newydd	9.52	11.42
Graigola	9.35	11.21
Anthrazit *(Jones and Aubrey)*	9.46	11.34
Oldcastle Fiery Vein	8.94	10.72
Ward's Fiery Vein	9.40	11.27
Binea	9.94	11.92
Llangennech	8.86	10.62
Pentrepoth	8.72	10.46
Pentrefelin	6.36	7.62
Powell's Duffryn	10.149	12.17
Three-quarter Rock Vein	8.84	10.60
Cwm Frood Rock Vein	8.70	10.43
Cwm Nanty-Gros	8.42	10.10
Resolven	9.53	11.43
Pontypool	7.47	8.96
Bedwas	9.79	11.74
Ebbw Vale	10.21	12.24
Porthmawr	7.53	9.03
Dalkeith Jewel Seam	7.08	8.49
„ Coronation Seam	7.71	9.24
Wallsend Elgin	8.46	10.14
Fordel Splint	7.56	9.06
Grangemouth	7.40	8.87
Coleshill	8.00	9.59
Broomhill	7.30	8.75
Lydney	8.52	10.22
Slievardagh *(Irland)*	9.85	11.81
ylam's Patent Brennstoff	8.92	11.70
lich's „ „	10.36	12.42
s „ „	8.53	10.23

Tabelle XIII über die Ausdehnung des Wassers im Kessel bei verschiedenen Temperaturen. (Seite 83.)

(Seite 83.)

Temperatur des Wassers. In Graden. Celsius.	Verhältniss des scheinbaren zum wirklichen Gewicht.	Wirkliches Gewicht des Wassers im Kessel, wenn dieser bis zum Normalpunkt gefüllt ist.	Unterschied zwischen den wirklichen und dem scheinbaren Gewicht.
21°11	1.0000	3826.570	0.000
26.66	0.9996	3825.049	1.892
32.22	0.9292	3823.508	3.784
37.77	0.9987	3821.675	6.050
43.33	0.9983	3820.065	8.040
48.88	0.9979	3817.749	10.903
54.44	0.9974	3816.696	12.205
60.00	0.9971	3814.663	14.717
65.55	0.9967	3813.635	15.988
71.11	0.9954	3808.967	21.758
76.66	0.9940	3803.610	28.388
82.22	0.9923	3796.105	36.421
87.77	0.9901	3788.686	46.827
93.33	0.9879	3780.268	57.933
94.44	0.9869	3776.441	61.963
95.55	0.9859	3772.615	66.693
96.66	0.9849	3768.788	71.423
97.77	0.9839	3764.962	76.153
98.88	0.9829	3761.135	80.883
100.00	0.0819	3757.309	85.613

Tabelle XV. Correction für die Ausdehnung und Zusammenziehung des Wassers in den Gefäßen. 21°1 als Normaltemperatur angenommen. (Seite 98.)

Temperatur, Celsius.	Wirkliches Gewicht einer Einheit Wasser.
4.44	1.001466
5.56	1.001451
6.66	1.001429
7.77	1.001395
8.88	1.001354
10.00	1.001301
11.11	1.001294
12.22	1.001196
13.33	1.001096
14.44	1.000992
15.56	1.000890
16.66	1.000712
17.77	1.000574
18.88	1.000356
20.00	1.000178
21.11	1.000000
22.22	·999763
23.33	·999527
24.44	·999290
25.55	·999054
26.66	·998818

Tabelle XV. (Seite 93.)

Name des Fundortes der Kohle.	Kohlenstoff.		Wasserstoff.		Asche.		Schwefel.	Stickstoff.
	I.	II.	I.	II.	I.	II.		
Graigola	84.31	85.44	3.54	4.15	3.14	3.34	0.45	0.41
Anthrazit (Aubrey and Co.)	91.19	91.69	3.44	3.49	1.55	1.50	0.79	0.21
Oldcastle Fiery Fein	87.70	86 59	4.87	4.86	2.59	2.69	0.09	0.99
Ward's Fiery Vein	87.87	"	3.93	"	7.04	"	0.83	1.02
Binea	88.73	88.18	4.53	4.58	3.93	3.99	0.33	1.43
Llangennech	85.98	85.93	4.58	4.12	6.91	6.17	0.29	1.07
Pentrepoth	88.62	88.83	4.34	4.67	3.31	3.41	"	0.18
Dalkeith Jewel Seam	74.05	75.06	5.21	5.07	4.32	4.42	0.33	0.10
" Coronation Seam	77.04	76.50	5.21	5.28	3.35	3.38	0.38	Spuren
Pentrefelin	87.74	83.35	3.74	3.90	6.06	6.13	0.12	Spuren

Resultate der Versuche mit reiner Kohle in Prozenten.

Name des Fundortes.	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Asche.	Stickstoff.
Oldcastle Fiery Vein	88.75	4.96	"	1.64
Binea	89.07	4.80	2.38	"
Llangennech	84.46	4.10	"	"
Dalkeith Jewel Seam	78.76	5.36	0.71	"
" Coronation Seam	77.29	5.11	2.97	"
Pentrefelin	85.48	3.52	3.87	"

Tabelle XVIII. Analysen der unverbrennbaren Substanzen in der Asche verschiedener Kohlen. (Seite 105.)

Name der Kohlen.	Kieselsäure.	Thonerde und Eisenoxyd.	Kalkerde.	Bittererde.	Schwefelsäure.	Phosphorsäure.	Summe.	Coaks.
Pentypool	40.00	44.78	12.00	Spuren	2.22	0.75	99.75	64.8
Bedwas	26.87	56.95	5.10	1.19	7.23	0.74	98.08	71.7
Warlich's Patent Brennstoff	25.20	57 30	6.90	Spuren	7.85	"	99.41	85.1
Porthmawr	34.21	52.00	6.199	0.659	4.12	0.633	97.821	63.1
Ebbw Vale	53.00	35.01	3.94	2.20	4.89	0.88	99.92	77.5
Fordel Splint	37.60	52.00	3.73	1.10	4.14	0.88	99.45	52.03
Wallsend Elgin	61.66	24.42	2.62	1.73	3.38	1.18	99.99	58.45
Coleshill	59.27	29.09	6.02	1.35	3.84	0.40	99.97	"

Tabelle XVII. Versuche mit Bleiglätte. (Seite 104.)

Name der Kohle.	Angewendete Menge.	Erhaltenes Blei.			Im Mittel.
Dalkeith Jewel Seam .	5 Grane	128.6	133.3	134.5	132.1
„ Coronation Seam	„	122.2	123.4	122.9	122.8
Pentrefelin	„	152.7	152.1	153.0	152.6
Powell's Duffryn . . .	„	150.2	149.7	150.3	150.0
Graigola	„	160.7	160.4	160.2	160.4
Llangennech	„	163.4	163.2	163.0	163.3
Ward's Fiery Vein . .	„	157.7	157.5	156.8	157.3
Binea	„	158.2	159.2	157.4	158.2
Oldcastle Fiery Vein .	„	156.7	157.2	157.4	157.1
Anthrazit, Jones and Aubrey's	„	167.0	167.6	167.6	167.4
Mynydd Newydd . . .	„	151.2	151.9	152.2	151.7
Grangemouth	„	142.6	142.3	142.3	142.4
Resolven	„	160.8	160.9	160.9	160.8
Cwm Nanty-Gros . . .	„	149.3	147.2	148.9	148.4
Pentrepoth	„	158.1	153.5	155.9	155.8
Lydney	„	129.4	130.2	129.5	129.7
Wylam's Patent Brennstoff	„	145.0	143.9	143.5	144.1
Cwm Frood Rock Vein	„	142.2	141.4	141.1	141.5
Broomhill	„	127.0	126.1	126.9	126.6
Three-quarter Rock Vein	„	133.0	133.2	133.2	133.1
Warlich's Patent Brennstoff	„	158.9	156.0	157.6	157.5
Pontypool	„	137.3	138.0	136.7	137.3
Porthmawr Rock Vein .	„	123.4	123.6	124.7	123.9
Bedwas	„	141.3	140.7	„	141.0
Ebbw Vale	„	159.4	160.0	160.5	159.9
Coleshill	„	131.0	130.5	130.7	130.7
Wallsend Elgin . . .	„	146.0	145.8	144.1	145.3
Fordel Splint	„	145.2	142.3	147.5	145.0
Slievardagh	„	151.7	150.0	149.8	150.5
Bell's Patent Brennstoff	„	141.4	143.4	145.6	142.6

3-[illegible]-HJ

